



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Geociências

VICTO JOSÉ DA SILVA NETO

SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO: FUNDAMENTOS E ELEMENTOS CRÍTICOS  
PARA UMA NOVA MESOECONOMIA

CAMPINAS

2018

VICTO JOSÉ DA SILVA NETO

SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO: FUNDAMENTOS E ELEMENTOS CRÍTICOS  
PARA UMA NOVA MESOECONOMIA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO DE  
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
MESTRE EM POLÍTICA CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA BEATRIZ MACHADO BONACELLI

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL  
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO VICTO  
JOSÉ DA SILVA NETO E ORIENTADO PELA PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>.  
MARIA BEATRIZ MACHADO BONACELLI

CAMPINAS

2018

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** CNPq, 132313/2016-2

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9009-120>

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Geociências  
Marta dos Santos - CRB 8/5892

Si38s Silva Neto, Victo José da, 1987-  
Sistema setorial de inovação : fundamentos e elementos críticos para uma nova mesoeconomia / Victo José da Silva Neto. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Maria Beatriz Machado Bonacelli.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Economia Industrial. 2. Economia Evolucionária. 3. Sistema de Inovação. 4. Coevolução. 5. Economia - Metodologia. I. Bonacelli, Maria Beatriz Machado, 1962-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Sectoral system of innovation : foundations and critical elements for a new mesoeconomics

**Palavras-chave em inglês:**

Industrial Economics

Evolutionary Economics

Innovation System

Coevolution

Economics - Methodology

**Área de concentração:** Política Científica e Tecnológica

**Titulação:** Mestre em Política Científica e Tecnológica

**Banca examinadora:**

Maria Beatriz Machado Bonacelli [Orientador]

André Tosi Furtado

Eduardo da Motta e Albuquerque

**Data de defesa:** 26-02-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Política Científica e Tecnológica



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**AUTOR:** Victo José da Silva Neto

**SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO: FUNDAMENTOS E ELEMENTOS CRÍTICOS  
PARA UMA NOVA MESOECONOMIA**

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli

Aprovado em: 26 / 02 / 2018

**EXAMINADORES:**

Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli - Presidente

Prof. Dr. André Tosi Furtado

Prof. Dr. Eduardo da Motta e Albuquerque

***A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no  
processo de vida acadêmica do aluno.***

Campinas, 26 de fevereiro de 2018.

## AGRADECIMENTOS

Para chegar ao final deste trabalho, contei com a ajuda de muitas pessoas importantes. Agradeço em primeiro lugar a professora Bia que se viu diante de uma proposta incomum de dissertação e mesmo assim acreditou que dali poderia sair um bom trabalho. Sua orientação em meio as minhas divagações teóricas e conceituais foi fundamental para que o trabalho se concretizasse.

Agradeço também aos professores Eduardo Albuquerque e André Furtado. A leitura que fizeram do documento da qualificação e as questões que levantaram mudaram minha forma de enxergar o problema. O interesse que demonstraram pela dissertação me estimulou a fazer o melhor que podia. Poder contar com suas impressões e indagações foi um privilégio.

Aos professores do PPG-DPCT, meus agradecimentos. Suas aulas foram a base a partir da qual pude construir este trabalho.

Agradeço ao CNPq pelo apoio oferecido, sem o qual teria sido mais difícil desenvolver esta dissertação. Ajudaram em todas as etapas, desde minha admissão no DPCT, os funcionários e funcionárias do Instituto de Geociências, em especial Valdirene Pinotti, Cristina, Maria Gorete, Adriana Garruti e Sônia Tilkian.

Aos amigos que fiz no departamento, devo agradecer não apenas pela colaboração em assuntos acadêmicos, mas pelos inúmeros bares, festas, almoços (e a culinária latino-americana que conheci graças à Jeny, Iraima, Tati, Adela e Lis), bandecos e etc. que rechearam estes dois anos de DPCT. Altair, Fernando, Sebá, Edgar, Vini, Anna, Luisão, Luciana, Paola, Rafa, Diego, Rodrigo(s), Ciro, Marina, Everton, Nanci, Dani, Felipe todos vocês são responsáveis por terem feito deste mestrado um período divertido e feliz da minha vida. Agradecimentos especiais ao mítico Edgar Barassa, pela ajuda com a análise bibliométrica. e ao Diego, Luis, Fernando e Altair, pela iniciativa em formar nosso grupo de estudos de ciclos econômicos. Agradeço aos seletos integrantes da minha banda – Felipe (Wrong-Key Suricato), André (Out-of-Tune Cuta) e Juliano (Wise-Man BCcat) – pelos momentos mais acelerados e barulhentos que me tiravam da calmaria bucólica de Barão Geraldo. Estes momentos foram muito importantes. Aos amigos de São José, que tem sempre de ouvir “volto fim de semana que vem!”, e ainda assim sempre promovem um movimento na capital do vale: Ale, Pri, Bia, Fabi, Caio, Érika, Marcelo, Gi, muito obrigado por tudo!

Dizer que o fazer ciência é um esforço coletivo (e cumulativo) pode parecer uma repetição, um clichê. Esta tarefa da qual me ocupei deixou claro que esta repetição é necessária. Existem, afinal, obstáculos no caminho da colaboração científica e do acesso ao conhecimento. Não fosse a iniciativa de pessoas ao redor do mundo trabalhando por uma ciência mais acessível, mais pública e mais livre, esta dissertação não seria um quarto do que se tornou. Portanto, para todos que lutam e trabalham por uma ciência livre, meus sinceros agradecimentos.

Finalmente, agradeço aos meus pais, Lúcia e Victo. Qualquer etapa cumprida, do mestrado a um eventual pós-doc (será?), é somente o fruto de algo que eles plantaram anos atrás, com muito esforço e dedicação. Minha formação, minha opção de carreira, minha afeição pelo conhecimento e por aqueles que o cultivam – devo tudo isso a eles.

## EPÍGRAFE

*“The concept of meso is not therefore an exotic and delicate flower to be appreciated only at the margin of economic analysis, perhaps after the real analysis of micro and macro is done. Rather, it is the rudiment of economic concepts such as market, industry and technology [...].”*

***Kurt Dopfer e Jason Potts, The General Theory of Economic Evolution***

*“As teorias tornam-se claras e razoáveis apenas depois que partes incoerentes delas tenham sido usadas por longo tempo”*

***Paul Feyerabend, Contra o Método***

## RESUMO

A dissertação analisa criticamente o arcabouço conceitual do *Sistema Setorial de Inovação* (SSI). A literatura de economia industrial já utiliza a *indústria* como instrumento analítico para o estudo das transformações mesoeconômicas há tempos. Por que lançar outra perspectiva no mesmo nível? Investiga-se se o SSI é um instrumento analítico mesoeconômico dinâmico. Em outros termos, a dissertação pretende responder se, ao lançar mão do SSI, um pesquisador dedicado às transformações no nível mesoeconômico terá feito a escolha certa. O objetivo da pesquisa é comparar os padrões de utilização do SSI na literatura de estudos da inovação com os propósitos implícitos e explícitos deste arcabouço conceitual. As justificativas para o estudo são a importância da compreensão da dinâmica mesoeconômica para a proposição de políticas de tecnologia e inovação, a dificuldade metodológica e conceitual de se compatibilizar uma perspectiva gradualista e uma perspectiva descontínua do progresso técnico e a ausência de referências metodológicas que sirvam como guia para estudos setoriais. Categoriza-se a produção científica de Franco Malerba – responsável pela formalização do SSI – dos anos de 1983 a 2017 e apuram-se evidências bibliométricas com respeito à utilização do SSI. As três fases identificadas (historiador industrial, *pattern-modeler* e sistêmico) conjugadas aos resultados bibliométricos explicitam (i) a dificuldade de se analisar a dinâmica meso sem recorrer a outros níveis de análise (micro ou macro); (ii) a explicação parcial da co-evolução da base técnica e institucional devido a integração parcial das instituições no esquema mesodinâmico; (iii) a pouca atenção dada as redes e (iv) a dificuldade de se elaborar políticas de inovação a partir do SSI (embora o SSI tenha sido usado como base para políticas tecnológicas). Não obstante, as contribuições do SSI também emergem, como a consolidação de metodologias setoriais (histórico-analítica e *history-friendly models*), dividendos teóricos para os campos de sistemas de inovação, economia evolucionária e economia industrial e, finalmente, uma profícua agenda de pesquisa que vem lançando as bases para uma nova mesoeconomia.

**Palavras-chave:** Unidade de Análise; Nível de Análise; Economia Industrial; Economia Evolucionária; Coevolução

## ABSTRACT

This dissertation critically analyzes the conceptual framework of the Sectoral System of Innovation (SSI) approach. Industrial economics literature has already used *industry* as an analytical tool for the study of mesoeconomic transformations for some time. Why develop another perspective on the same level? We investigate if the SSI could be considered as a dynamic mesoeconomic analytical tool. In other words, this dissertation intends to answer if, by using the SSI, a researcher dedicated to the study of the transformations at the mesoeconomic level would have made the right choice. The objective of this research is to compare the patterns in the use of the SSI approach by the literature on innovation studies with the implicit and explicit purpose of its conceptual framework. This dissertation finds its justification in at least three elements: First, the importance of the understanding of the mesoeconomic dynamics for the proposal of technology and innovation policies. Second, the methodological and conceptual difficulties for reconciling gradualist and discontinuous perspectives on technical change. Third, the absence of methodological references that would serve as guide for sectoral studies. We categorize the scientific production of Franco Malerba – responsible for the formalization of the SSI – from the years 1983 to 2017 and provide bibliometric evidence regarding the use of the SSI. As a result, three phases were identified (industrial historian, pattern-modeler and systemic), which combined with bibliometric findings explain: (i) the difficulty for analyzing the meso dynamics without resorting to other levels (micro or macro); (ii) the partial explanation of the co-evolution of the technical and institutional bases, mainly due to the partial integration of the institutions in the meso-dynamic scheme; (iii) the lack of attention that has been given to networks and (iv) the difficulty to develop innovation policies based on SSI analysis (although the SSI has been used as a basis for technological policies). Nonetheless, SSI contributions also emerge, being some of them the consolidation of sectoral methodologies (historical-analytical and history-friendly models); theoretical dividends for innovation systems, evolutionary economics, and industrial economics studies; and finally a fruitful agenda of research that is laying the foundations for a new mesoeconomics.

**Keywords:** Analysis Unit; Level of Analysis; Industrial Economics; Evolutionary Economics; Coevolution



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de Sistemas de Inovação .....	41
Quadro 2 - A Analogia Biológica da Economia Neo-schumpeteriana.....	54
Quadro 3 - Os Elementos Fundamentais do Sistema Setorial de Inovação em três momentos ..	64
Quadro 4 - Utilidade do Conceito de Sistema Setorial de Inovação e Produção em três momentos .....	75
Quadro 5 – Principais obras da fase “historiador industrial” de F. Malerba .....	90
Quadro 6 – Principais obras da fase “pattern-modeler” de F. Malerba.....	97
Quadro 7 – Principais obras da fase “sistêmica” de F. Malerba .....	104
Quadro 8 – Principais obras de aprimoramento do SSI .....	112

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Origem Institucional das Citações a <i>Sectoral Systems of Innovation and Production</i> (MALERBA, F.) .....	63
Tabela 2 - Trajetória dos <i>History-friendly Models</i> .....	154

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fontes Teóricas do Sistema Setorial de Inovação .....	25
Figura 2 - Duas abordagens dos sistemas de inovação: componentistas e funcionalistas (ou baseados em atividades) .....	42
Figura 3 - Variantes do Sistema de Inovação .....	45
Figura 4 - Quatro Combinações Ontológicas e Heurísticas da Economia Evolucionária .....	52
Figura 5 - O “Corredor Neo-schumpeteriano” de desenvolvimento econômico .....	58
Figura 6 - Evolução do Arcabouço Conceitual Setorial (1997 – 2004) .....	67
Figura 7 - As dimensões do conhecimento e da tecnologia .....	70
Figura 8 - Agentes do sistema setorial de inovação e produção.....	70
Figura 9 - Multiplicidade da Natureza das Instituições Relevantes para o Sistema Setorial de Inovação .....	73
Figura 10 - Elementos do Regime Tecnológico em sua versão espacializada (SIS).....	95
Figura 11 - O fio da meada: o encadeamento explicativo das organizações e instituições no SIS .....	96
Figura 12 - Regime Tecnológico: recorte unidirecional da determinação do progresso técnico sobre a estrutura de mercado .....	101
Figura 13 - Coevolução do Progresso Técnico e da Estrutura de Mercado .....	101
Figura 14 - A Relação Explicativa entre o Regime Tecnológico e os Padrões de Inovação.....	102
Figura 15 - A Nova Posição do Regime Tecnológico na Explicação da Evolução Industrial ..	103
Figura 16 - Documentos formadores do <i>building block</i> “Base de Conhecimento e Tecnologia” e documentos posteriores de aprimoramento .....	113
Figura 17 - Tipos de transbordamentos ( <i>spillovers</i> ) de P&D.....	115
Figura 18 - Documentos formadores do <i>building block</i> “Atores e Redes” e documentos posteriores de aprimoramento .....	119
Figura 19 – A Visão Processual e Sistêmica do Empreendedorismo Intensivo em Conhecimento (KIE) .....	121
Figura 20 - A estrutura da demanda reforça uma dada trajetória tecnológica de inovação incremental .....	136
Figura 21 - Documentos formadores do bloco “Demanda” e documentos posteriores de aprimoramento .....	137
Figura 22 - Documentos formadores do bloco “Links e Complementaridades Dinâmicas” e documentos posteriores de aprimoramento .....	143
Figura 23 - Exercício Contra-factual para a evolução da concentração na indústria de computadores .....	147
Figura 24 - <i>History-Friendly Models</i> como sub-classe de simulações computacionais.....	157
Figura 25 - O Nexa entre os métodos histórico-analítico e computacional (HFM) .....	161
Figura 26 – Rede de Conceitos (por co-ocorrência) e Afiliações de CC .....	167
Figura 27 – Co-ocorrência de termos chave nos documentos do CS .....	169
Figura 28 – Co-ocorrência e centralidade dos termos “Conhecimento” e “Tecnologia” em CS .....	170
Figura 29 – Proximidade entre os termos “tecnologia” e “política” .....	171
Figura 30 – Maiores aglomerações da rede de co-autoria a partir do CS.....	172
Figura 31 - Coevolução entre Instituições e Base Técnica setorial.....	180

## LISTA DE BOXES

Box 1 - O Sistema Nacional de Inovação Italiano .....	44
Box 2 - Definições de Sistema Setorial de Inovação (SSI) .....	65
Box 3 - Tecnologias de Propósito Geral ( <i>General Purpose Technologies</i> - GPT) .....	116
Box 4 - Elementos de Dinâmica de Redes Pouco Abordados pelo SSI .....	124
Box 5 - Elementos Dinâmicos das Instituições Pouco Abordados no SSI .....	127

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de patentes de semicondutores depositadas no escritório de patentes dos Estados Unidos, por indústrias produtoras e usuárias (1984-2003). .....	138
Gráfico 2 - Citações Anuais de <i>Malerba (2002)</i> no período 2002-2018.....	163
Gráfico 3 - Origem Nacional dos Documentos Citando <i>Malerba (2002)</i> .....	164
Gráfico 4 - Citações de <i>Malerba (2002)</i> por área do conhecimento.....	165
Gráfico 5 – Co-ocorrência temático-metodológica em CS .....	166

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEGIS – *Advancing Knowledge- Intensive Entrepreneurship and Innovation for Economic Growth and Social Well-being in Europe*

CC – Conjunto Citações

CS – Conjunto Setorial

CTI – Ciência, Tecnologia e Inovação

C&T – Ciência e Tecnologia

EPO – *European Patent Office*

ESSY - *Sectoral Systems in Europe: Innovation, Competitiveness and Growth*

GPT – *General Purpose Technologies*

HFM – *History-friendly Models*

KEINS – *Knowledge based entrepreneurship: institutions, networks and systems*

KIE – *Knowledge-Intensive Entrepreneurship*

OI – Organização Industrial

PCT – Política Científica e Tecnológica

PCTI – Política Científica, Tecnológica e de Inovação

PNI – Política Nacional de Informática

PTF – Produtividade Total dos Fatores

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

RT – Regime Tecnológico

RTA – *Revealed Technological Advantages*

SI – Sistema de Inovação

SIS – Sistema de Inovação Setorial

SNI – Sistema Nacional de Inovação

SPRU – *Scientific Policy Research Unit*

SRI – Sistema Regional de Inovação

SSG – Sistema Setorial de Governança

SSI – Sistema Setorial de Inovação

SSIP – Sistema Setorial de Inovação e Produção

STI – Sistema Tecnológico de Inovação

TDE – Teoria do Desenvolvimento Econômico

TEE – Teoria Econômica Evolucionária

TSER - *Targeted Socio-Economic Research Programme*

USPO – *United States Patent Office*

## Sumário

Introdução.....	16
Capítulo 1 – Fontes Teóricas do Sistema Setorial de Inovação.....	25
1.1 – Dinâmica Industrial e Ampliação das Fronteiras da Indústria.....	27
1.2 – Notas sobre Sistemas de Inovação.....	36
1.2.1 – Sistema Nacional de Inovação.....	36
1.2.1 – Para Além do Nacional: Variações do Sistema de Inovação .....	43
1.3 – Notas sobre Teoria Econômica Evolucionária .....	49
Capítulo 2 – Genealogia do Arcabouço Conceitual do Sistema Setorial de Inovação .....	61
2.1 – Definição do Objeto “Sistema Setorial de Inovação” .....	62
2.1.1 - Conhecimento e Tecnologia.....	68
3.1.2 – Atores e Redes.....	70
3.1.3 – Instituições .....	72
2.2 – Uma Visão Específica Sobre a Evolução Industrial .....	76
2.3 – As Três Fases do Trabalho de Franco Malerba.....	88
2.3.1 - Historiador industrial (1983 – 1990) .....	88
2.3.2 - <i>Pattern – Modeler</i> (1990 – 1999).....	90
2.3.3 - Sistêmico (1999 - ).....	98
Capítulo 3 – Constructo em Movimento.....	111
3.1 – Aperfeiçoamentos no Sistema Setorial de Inovação.....	111
3.1.1 - Base de Conhecimento e Tecnologia .....	112
3.1.2 - Atores e Redes .....	117
3.1.3 - Instituições .....	126
3.1.4 - Demanda .....	134
3.1.5 - <i>Links</i> e Complementaridades Dinâmicas .....	139
3.2 – Métodos paradigmáticos para o SSI.....	144
3.2.1 - Método Histórico-Analítico.....	147
3.2.2 - <i>History-friendly Models</i> .....	153
3.3 – Evidências Bibliométricas do Uso do SSI .....	162
Discussão e Conclusão .....	175
REFERÊNCIAS.....	191

## Introdução

J. Tapia publicou, em 1995, um dos mais completos relatos de uma política industrial brasileira voltada para um setor específico. *A Trajetória da Política de Informática Brasileira* tem um subtítulo sugestivo: “Atores, instituições e estratégias”. O autor tinha como objetivo relatar as transformações e os limites da política já mencionada, em especial seu componente mais controverso: a reserva de mercado, que durou até 1992<sup>1</sup>. Este objetivo é acompanhado por uma ambição: oferecer uma interpretação do fim da reserva de mercado que não se prendia “aos limites intrínsecos do modelo de reserva de mercado ou à supremacia de interesses anti-nacionais” (TAPIA, 1995:12). Por isto seu foco recai sobre o jogo de poder. Ele analisa as coalizões políticas e os grupos de interesse que influenciaram os rumos da política e determinaram as instituições – neste caso formais, principalmente leis (mas não apenas) – que foram decisivas no processo de evolução deste setor.

Por outro lado, o *porquê* desta mudança de mãos do poder fica menos claro. A “redefinição das lealdades de mercado” diz respeito às alianças estratégicas que as empresas nacionais empreenderam com as internacionais – acordos de licenciamento, comercialização e *joint-ventures* (em sub-setores permitidos). Para J. Tapia, houve “sabotagem” por parte do empresariado brasileiro com relação aos objetivos da política nacional de informática. Mas porquê? A resposta – que não está nesta forma no livro – passa pela própria dinâmica da indústria. A reserva de mercado, em um primeiro momento, era coerente e aderente aos outros incentivos dos atores (principalmente

---

<sup>1</sup> Escrevendo poucos anos após o fim da reserva de mercado, o autor conclui que as alegações de que a reestruturação da política nacional de informática (PNI) permitiriam o desenvolvimento de uma capacidade tecnológica autônoma foram nada mais que belas palavras; o objetivo da reorientação da PNI era mesmo a elevação da rentabilidade e da qualidade dos produtos comercializados no curto prazo. E J. Tapia demonstra como cada empresa/associação/órgão foi perdendo seu caráter nacionalista e passando a apoiar esta reorientação mercadológica. Pouco a pouco, dentro do período observado (1977-1991), a coalizão que pretendia desenvolver tecnologia nacional se desfez; a burocracia estatal – que diga-se de passagem nunca havia demonstrado unicidade entre as secretarias e os ministérios – perde força e prestígio dados os resultados alcançados; progressivamente, o bloco de capital nacional aproxima-se cooperativamente do bloco de capital internacional – associando-se à este com parcerias como *joint-ventures* ou outras, que muitas vezes relegaram a um segundo (ou terceiro) plano a capacitação tecnológica. Tendo em vista o recorte definido, o estudo da política, sua obra lança luz em diversos processos “intra-institucionais”, “arenas de luta” e “coalizões de força”. Sua hipótese é de que quatro fatores explicam o fim da PNI em sua formulação original: “a redefinição das lealdades de mercado, o encapsulamento da política de informática carente de articulação com a orientação global do Estado, a perda da consistência interna da aliança nacionalista e o fortalecimento da coalizão antinacionalista” (TAPIA, 1995:13). Ao longo da obra todos estes elementos são trabalhados e o autor consegue demonstrar este processo baseado na investigação de quais são os atores que, em última instância, detêm o poder decisório sobre a trajetória da política.



firmas) nacionais. Com a transformação do setor e novos incentivos em jogo, ocorre um *mismatch* (um desalinhamento) entre os objetivos políticos estáticos e a estrutura industrial dinâmica. J. Tapia tangencia a resposta a esta questão em outros momentos em que fala da evolução internacional do setor, como o ritmo acelerado de oportunidades tecnológicas, a concentração de mercado e a cumulatividade dos processos (que garantia vantagens de *marketing*, produção e P&D às empresas internacionais) e a própria fonte das inovações do setor: a partir dos seus componentes microeletrônicos, o que implica que o tecido industrial da microeletrônica devia estar tão ou mais desenvolvido quanto o de equipamentos de informática (TAPIA, 1995:248). O autor não estava estudando a transformação do setor, somente a evolução da política desenhada para o setor. A questão é que a política, sendo um vetor que busca colocar o setor em uma trajetória pré-determinada, não elabora-se no vácuo. Tampouco é a única força injetando impulsos dinâmicos nas empresas e no setor como um todo para se mover em uma dada direção. Idealmente, portanto, a política deve evoluir juntamente com o setor.

Tivesse J. Tapia escrito pouco tempo depois, ele poderia se basear no arcabouço do Sistema Setorial de Inovação (SSI) (MALERBA, 2002) para observar como as mudanças no setor de informática brasileiro acarretavam transformações nos atores, nas instituições e, portanto, nas estratégias factíveis para aquele setor (lançando mão do próprio subtítulo da obra de J. Tapia). Em outros termos, o autor teria à sua disposição um arcabouço que enfatiza a co-evolução – a mútua determinação – de diversos elementos que compõem um setor: atores, instituições e a própria base de conhecimento que o sustenta. A política detém um grau de autonomia maior, mas não deixa de ser afetada por estes processos co-evolucionários: “The policy maker is an active internal part of sectoral systems at different levels” (MALERBA, 2003:365). Indo além, ele poderia ter incorporado em sua análise a evolução da política pública paralela à evolução da indústria<sup>2</sup> (MALERBA, 1987; MALERBA 2009), bem como a necessidade de se complementar a política de reserva de mercado com políticas explícitas de construção de competências e aprendizado pelas firmas (LANDINI e MALERBA, 2017:3). Advogar que a política industrial e de inovação deve acompanhar a evolução

---

<sup>2</sup> O que Jorge Tapia certamente tinha ciência. Afinal, ele doou o único exemplar de *Dalla Dipendenza Alla Capacità Tecnologica Autonomia* (MALERBA, 1987) à biblioteca do Instituto de Economia da Unicamp. É nesta obra que Franco Malerba enfatiza a importância da política pública se atualizar paralelamente às transformações setoriais – especialmente em setores em rápida evolução, como o de semicondutores ou de informática.

do setor é um ponto enfatizado hoje por alguns autores (GU *et. al*, 2012), mas não é nem um pouco trivial. Para chegar a este entendimento, foi preciso que a agenda de pesquisa se dedicasse a esmiuçar a dinâmica endógena a indústria/setor. Mas, enquanto J. Tapia escrevia, a literatura sistêmica para análise dos processos de inovação dava seus primeiros passos, ainda na forma dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), que abordaremos no primeiro capítulo. Portanto, os impulsos endógenos e exógenos da dinâmica setorial não eram o foco do autor<sup>3</sup> - e tampouco contavam com um arcabouço conceitual sistêmico para sua análise. Estes impulsos, a construção de um instrumento analítico para compreendê-los e explicar sua interação, são o foco desta dissertação.

O ponto de partida deve ser o questionamento do recorte setorial para o estudo das estruturas econômicas e de sua transformação. Por que deveríamos nos preocupar com a existência ou adequação de um instrumento analítico que nos permitisse trabalhar no nível do recorte aludido acima? Por que não utilizar os Sistemas Nacionais de Inovação, tão consagrados, que capturam praticamente toda a malha de interações entre a estrutura social e econômica capaz de gerar inovações e transformar a sua própria estrutura neste processo? **Por que recorrer ao nível meso?**

Nosso argumento poderia seguir o de Sbicca e Pelaez (2006), de que o SNI, em alguns casos, não é adequado para explicar a dinâmica inovativa de uma região ou de um setor. Em determinados setores (compreendidos por eles como “ramos de atividade produtiva”) as interações para se transformar a base de conhecimento de um produto/artefato podem exceder o SNI, no caso de fornecedores internacionais, por exemplo. Ademais, há cooperação e competição simultânea entre os componentes de um setor, componentes estes que são heterogêneos em suas competências. Assim, justificam os autores, “o foco setorial torna estes fenômenos mais fáceis de serem apreendidos” (SBICCA e PELAEZ, 2006, 423).

Von Tunzelmann (2009) também ressalta a limitação do SNI, ainda que seu argumento se dê pelo fator da sobreposição de múltiplas esferas de governança. Este problema tem um traço europeu, uma vez que os países da União Européia têm de lidar com pelo menos três níveis de governo: o regional, o nacional e o supranacional. Em sua visão, a perspectiva setorial surge como uma resposta pragmática a este ‘contexto espacial heterogêneo’: “The unifying element in this spatially heterogeneous context

---

<sup>3</sup> E mesmo assim ele identificou, na análise setorial que complementa sua análise política, muitos elementos que seriam sistematizados pela literatura dedicada a este tema anos mais tarde.

tended instead to be located in sectoral perspectives [...] or what subsequently came to be known as ‘sectoral systems of innovation’ or SSIs” (VON TUNZELMANN, 2009:5).

Poderíamos nos aprofundar um pouco mais e invocar o argumento de J.P. Murmann: “In the debate about appropriate units of analysis, it is often forgotten that evolutionary theory is inherently a multilevel theory” (MURMANN, 2003:12). Como também será tratado no primeiro capítulo, a teoria microeconômica que sustenta a perspectiva sistêmica é evolucionária. Esta teoria se contrapõe a teoria microeconômica neoclássica baseada na racionalidade dos atores, em sua concepção de firmas como agentes representativos e seu comportamento maximizador. Seu corolário parte do reconhecimento da heterogeneidade das firmas resultante de diferentes rotinas – formas sistematizadas de resolução de problemas e de proposição de novas combinações de recursos – capazes de explicar as vantagens que levam ao sucesso ou ao fracasso dos agentes microeconômicos. Estas rotinas mais vantajosas se difundiriam pelo tecido econômico por meio de um processo de seleção que envolve uma população de atores. Murmann, portanto, chega a uma justificativa mais profunda para a formulação de perspectivas *multiescalares*<sup>4</sup>: as alterações de rotinas que ocorrem em um agente micro, como as firmas, são selecionadas de acordo com seu potencial dentre um *pool* de possíveis rotinas que constitui o nível meso, o setor ou o conjunto de firmas diretamente competidoras. Pode-se deduzir disto que a relação microeconômica – mesoeconômica (micro-meso) justifica a importância de um instrumento analítico setorial.

Dopfer e Potts (2008) foram além. Os autores desenvolvem um arcabouço explicativo *micro meso macro*. Em sua interpretação, a teoria econômica evolucionária é uma teoria macro: ela busca explicar os fenômenos que geram as mudanças na estrutura econômica e no crescimento de longo prazo. Contudo, para alcançar este objetivo, é preciso encarar dois níveis relacionais: (i) micro-meso, em que os indivíduos ou agentes fundamentais (p.ex., firmas) criam novas “regras” (que podem ser estratégicas, tecnológicas ou institucionais) que serão selecionadas e se difundiram para o nível mesoeconômico; e (ii) a relação meso-macro, em que a coordenação de diferentes populações de regras determina o resultado final. Depreende-se destas duas relações que o nível mesoeconômico é o mais importante: “The significance and

---

<sup>4</sup> “Any evolutionary analysis requires at least two levels, a level identifying particular individuals that reproduce at differential rates and a level specifying a particular population that is the locus of evolutionary change” (MURMANN, 2003:11-2)

centrality of meso to evolutionary economic analysis is that it is integral to both; micro is only explicable in terms of meso, and macro is only explicable in terms of meso” (DOPFER e POTTS, 2008:22). A inexistência do nível meso nas teorias neoclássicas retratam não a sua importância na realidade, mas a falha da teoria econômica tradicional. No entanto, a teoria de Dopfer e Potts é elaborada num alto grau de abstração e generalidade. A típica relação micro-meso é definida em termos de mudanças em “regras” que podem ser de diversas esferas, como a tecnológica ou a estratégica. O SSI – e a perspectiva setorial de forma geral - pode ser encarado como um arcabouço conceitual mesoeconômico *específico*, pois prevê mecanismos diferenciados para as instituições, para as tecnologias, etc.

Para justificar a importância de um instrumento analítico no nível setorial nem seria preciso ir tão longe. Todos os argumentos metodológicos e epistemológicos listados complementam a rica coleção de dados e estudos históricos que evidenciam a importância de determinadas indústrias/setores no surgimento de tecnologias pervasivas e até mesmo de revoluções tecnológicas<sup>5</sup>: “The industrial revolutions are characterised by an initial sub-phase of these breakthroughs, initially narrowly focused in both technological and sectoral terms - what Rostow (1960) referred to as ‘leading sectors’” (VON TUNZELMANN, 2003:370). Historicamente, o setor sempre foi importante.

Os argumentos listados justificam a preocupação de formular um instrumento analítico mesoeconômico. Mas será que ele já não existia? Sim, a mesoeconomia foi amplamente tratada pela agenda da economia industrial. Mas à medida em que as relações econômicas e os padrões de inovação avançavam (as fronteiras das firmas tornaram-se mais porosas ao conhecimento externo), os modelos industriais tradicionais foram perdendo poder explicativo.

Pelo menos desde que Marshall (1890) avançou sua visão sobre a heterogeneidade da indústria e como a existência de atores desiguais tinha consequências para a transformação daquele agregado, muitos pesquisadores investigaram este tema. Os pioneiros<sup>6</sup> da economia industrial foram fundamentais para estabelecer a importância do nível meso no seio da disciplina econômica – e entre eles listamos J. Schumpeter, S. Kuznets e C. Clark, além do já mencionado A. Marshall. A

---

<sup>5</sup> A literatura que estuda ondas longas de crescimento e inovação entende, assim como Schumpeter (1939), que as revoluções tecnológicas começam em um setor específico.

<sup>6</sup> O capítulo 1 faz uma breve revisão das correntes de pesquisa da economia industrial.

grande questão que norteava suas buscas era entender como a indústria se transformava *a partir de dentro*, isto é, quais eram os mecanismos próprios à atividade econômica que causavam a mudança de uma indústria, a geração de novas indústrias, o surgimento e o decaimento de novas firmas e tecnologias. Os *insights* dos pioneiros foram se diluindo à medida em que o campo de pesquisas dava uma guinada rumo aos estudos de estruturas de mercado. Logo, o campo de Organização Industrial (OI) encamparia a determinação da agenda de pesquisas: a investigação das formas de competição imperfeitas – oligopólios, monopólios – e seus efeitos sobre a conduta das firmas (que não chegavam a ser exercícios dinâmicos, mas modelos alternativos de análise estática). Eles constituíram uma contraposição aos teóricos do equilíbrio geral e da competição perfeita – para os quais a visão atomística da empresa praticamente inviabilizava análises industriais – e é compreensível que não tenham percorrido sendas mais multidisciplinares naquele momento de consolidação da disciplina econômica. Somente com o “renascimento schumpeteriano” (FREEMAN, 2007; FAGERBERG, 2003) e o estabelecimento da economia evolucionária (NELSON e WINTER, 1982; DOSI, 1984) ao longo dos anos 1970/80, a dinâmica industrial retomaria a perspectiva multidisciplinar e histórica presente nos trabalhos dos pioneiros. Os estudos de economia industrial inspirados neste novo marco teórico serão marcados pelo “estruturalismo fraco” de Dosi (1984), no qual as firmas têm escolhas e opções para inovar restringidas por trajetórias e paradigmas tecnológicos. A tecnologia ocuparia o centro do palco dos estudos de economia evolucionária, como o traço responsável pela heterogeneidade das firmas e suas competências para inovar, dinamizando setores neste processo. Logo, outros elementos além da tecnologia seriam adicionados ao rol de determinantes da inovação e da dinâmica industrial, causando a obsolescência dos modelos explicativos baseados na visão da economia industrial tradicional.

Malerba (2007) reconhece que a retomada dos estudos sobre economia industrial desde o final dos anos 1970 enveredou por dois caminhos principais: (i) os estudos de dinâmica industrial preocupados com o comportamento das firmas e a estrutura de mercado e (ii) uma visão mais ampla, que procura observar outros atores além das firmas envolvidos no processo de dinâmica industrial. Impulsionando esta segunda corrente, F. Malerba propõe, no final da década de 1990, um arcabouço conceitual para lidar com a heterogeneidade dos estudos que consideram outros atores além das firmas no processo de dinâmica industrial e, finalmente, para lidar com os processos

distribuídos de inovação que não coincidem espacialmente com o estado-nacional. A síntese desta perspectiva é o Sistema Setorial de Inovação (MALERBA, 1999; 2002; 2004), um arcabouço conceitual mesoeconômico para o estudo da dinâmica industrial<sup>7</sup> que apresenta uma clara estrutura normativa e uma estrutura positiva em construção. Ele vem sendo visto tanto como uma abordagem promissora que tem potencial para pautar a agenda de pesquisa de sistemas de inovação (LIU *et. al*, 2015), mas também vem sendo alvo de críticas pela sua inadequação no tratamento de alguns elementos, como as instituições (GEELS, 2004; COENEN & LOPEZ, 2010).

Portanto, a pergunta de pesquisa que norteia este trabalho é: **O SSI é um instrumento analítico mesoeconômico dinâmico?** Naturalmente, caso a resposta seja negativa, cumpre perguntar: por que não? Algumas questões subsidiárias a esta são: quais os antecedentes teóricos do SSI? Como se deu o processo de construção deste arcabouço conceitual? Como este arcabouço conceitual tem sido utilizado na literatura especializada? O SSI conseguiu integrar instrumentos analíticos interdisciplinares (da economia e da política, por exemplo)?

Tendo em vista este conjunto de questões, o objetivo da dissertação é comparar as tendências de utilização do arcabouço conceitual do SSI com sua função/utilidade proposta por seus desenvolvedores. Os objetivos secundários são: esclarecer a suposta aplicabilidade do arcabouço conceitual – tanto seus usos explícitos quanto implícitos; investigar aprimoramentos no arcabouço conceitual do SSI desde sua publicação original; identificar os padrões de utilização do arcabouço conceitual do SSI; e finalmente, colaborar no esclarecimento de práticas metodológicas padrão quando da aplicação do arcabouço conceitual do SSI.

Para alcançar os objetivos propostos, a metodologia adotada deteu-se, primeiramente, com a revisão das bases teóricas que sustentam o SSI. Sendo o campo de economia da inovação a conjunção de diversas áreas, é natural que mais de uma vertente teórica tenha servido como sustentação na formulação deste arcabouço. O SSI apresenta três linhas de ascendência teórica: a economia industrial, a economia evolucionária e os sistemas de inovação. A revisão de cada um destes elementos está exposta no **capítulo 1**.

---

<sup>7</sup> “More recently, innovation and industry evolution have been examined within the framework of sectoral systems of innovation” (MALERBA, 2007:677).

O **capítulo 2** enfrenta o processo de criação – ou genealogia – do arcabouço conceitual do SSI. O primeiro passo é apresentar a definição explícita do objeto: como o SSI foi apresentado na literatura. O segundo passo consiste na revisão da produção científica de F. Malerba – o autor que sistematizou o conceito, seguido da identificação de elementos recorrentes neste conjunto de estudos. Recorremos a divisão da produção científica deste autor em três fases e, finalmente, contextualizamos a produção científica analisada na agenda de pesquisa dos estudos de inovação. Após a análise e categorização da produção científica de F. Malerba e do círculo de colaboradores envolvidos neste esforço, argumentamos que a estrutura normativa do arcabouço conceitual do SSI esteve presente em todas as fases do trabalho de F. Malerba, refletindo uma visão específica da dinâmica industrial e da mesoeconomia e iluminando um objetivo implícito em seu trabalho.

Esta visão, argumentamos, é um compósito de três elementos: (i) da tradição schumpeteriana de estudos industriais, que enfatiza a importância da história para a evolução da indústria e a existência de descontinuidades no caminho desta evolução; (ii) da tradição estruturalista herdada da economia evolucionária, que prevê o condicionamento da evolução industrial a partir das características da base de conhecimento e dos processos de aprendizado que estão na base de uma indústria e (iii) da tradição sistêmica e territorialmente fragmentada que marcou o processo histórico de evolução da indústria italiana, uma das que mais cedo se integrou aos processos de globalização e inserção em cadeias de valor. A postura do pesquisador que se lança na construção de um arcabouço conceitual para compreender a transformação mesoeconômica guiado por estas três orientações pode ser resumido em uma frase: “theory should be driven by empirical questions and facts” (MALERBA, 2007:695).

O **capítulo 3** se debruça sobre os aperfeiçoamentos realizados no SSI de 2002 em diante, além de investigar *quem* o está utilizando e *por quê*. MALERBA & ADAMS (2014) reconhecem que o SSI tem sido aplicado a três novas temáticas: descrição de uma variedade maior de setores (como serviços); estudo de *catching up* e desenvolvimento (com reverberações em políticas de tecnologia e inovação); e modelos de simulação computacional – os *history-friendly models*. A contribuição do SSI deve ser entendida não apenas a partir do que ele advoga ser, mas a partir dos resultados que sua aplicação suscitou. Para tanto, investiga-se a trajetória de utilização do SSI na literatura especializada aplicando técnicas de bibliometria.

Finalmente, a **discussão e conclusão** servem ao duplo propósito de sumarizar os pontos elaborados ao longo da dissertação e de expor em que medida o SSI contribui para os fundamentos de uma nova mesoeconomia e em que medida ele encontrou limitações para tanto. Curiosamente, o papel das instituições parece ser o ponto menos desenvolvido do arcabouço conceitual do SSI; elemento que é o ponto de destaque da obra de J. Tapia<sup>8</sup>, com a qual abrimos esta introdução.

Esta dissertação é conceitual e promove o resgate da história do pensamento associado à inovação setorial, assim como questões metodológicas. De fundo, compartilhamos da preocupação de J. P. Murmann com as unidades de análise no estudo da transformação econômica, principalmente no complexo nível mesoeconômico:

“What is needed in the study of industrial change, just as in the study of technological change, is that researchers clearly specify their level(s) of analysis. In particular, this requires that researchers identify the level of analysis that lies directly above and directly below the level that is the focus of their investigation” (MURMANN, 2003:14).

No nível setorial, eleito por F. Malerba, co-existem dois grandes desafios: é preciso compreender as interações entre forças geralmente tratadas em disciplinas seccionadas e é preciso compreender a transformação não de unidades fundamentais, mas de sistemas.

---

<sup>8</sup> Existe uma tradição de estudos industriais no Brasil que tratou, além dos aspectos comuns a quase todas as análises setoriais/industriais, de elementos que mais tarde foram sistematizados pelo SSI. O trabalho de Tapia é representativo desta tradição que já o precedia. Um exemplo que tocou em assuntos hoje em voga via sistemas de inovação (entre outros arcabouços) é o livro de Wilson Suzigan *Indústria: política, instituições e desenvolvimento*, de 1978. Recuperar toda a corrente de pensamento associada a esta tradição de pesquisa mesoeconômica fortemente amparada em estudos empíricos é trabalho para um outro momento.

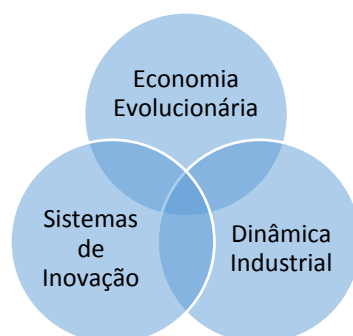


## Capítulo 1 – Fontes Teóricas do Sistema Setorial de Inovação

O SSI é construído sobre três fontes teóricas principais: a economia evolucionária, os sistemas de inovação e os estudos de dinâmica industrial (MALERBA & ADAMS, 2014). Os pesquisadores que colaboraram na construção do SSI estiveram, durante mais de uma década, dedicados ao tema dos regimes tecnológicos. Malerba (2005) categoriza o regime tecnológico como uma abordagem que pratica “taxonomia empírica”, ou seja, uma linha de pesquisa dentro dos estudos de dinâmica industrial que busca encontrar padrões baseados nos dados (por classe tecnológica ou setor, neste caso). Este arcabouço conceitual, que trazia o legado das obras clássicas de Nelson e Winter (1982) e Dosi (1984), permitia a investigação de padrões de inovação entre setores e inclusive entre países. Qual razão teria levado, portanto, especialmente Franco Malerba, à formulação de um novo instrumento analítico, recorrendo aos sistemas de inovação?

A união da dinâmica industrial com os sistemas de inovação pode ser entendida como uma alternativa capaz de sondar os determinantes da evolução industrial quando as explicações estritamente tecnológicas encontraram seus limites. No entanto, a literatura de sistemas de inovação não surge como *deus ex machina* na problemática da evolução industrial. Malerba (1993) estuda o sistema nacional de inovação (SNI) italiano. Breschi e Malerba (1997) se aproximam do SSI ao atribuir dimensões espaciais ao arcabouço do regime tecnológico, em um primeiro ensaio de hibridismo entre sistemas de inovação e dinâmica industrial. Portanto, o mesmo grupo de pesquisadores imerso no campo de dinâmica industrial, também estava familiarizado com a abordagem dos sistemas nacionais de inovação. A **figura 1** ilustra como três campos de estudo são mobilizados para prover a base teórica do SSI.

**Figura 1 - Fontes Teóricas do Sistema Setorial de Inovação**



Fonte: elaboração própria, adaptado de Malerba e Adams (2014)

A terceira fonte teórica do SSI, a economia evolucionária, de certa forma está presente nas duas outras linhas de pesquisa, fornecendo o *background* microeconômico: as tendências fundamentais quanto ao comportamento dos agentes e a dinâmica concorrencial do sistema. Nelson & Winter (1982), considerados os pilares da economia evolucionária, são a fonte originária dos regimes tecnológicos (os quais serão investigados no capítulo 2) – e portanto do tipo de estudo de dinâmica industrial que estava sendo seguido pelo grupo ao longo dos anos 1980 e 1990. Malerba (1987) e Orsenigo (1989), antes de começarem a trabalhar nos regimes tecnológicos de maneira formalizada, já aplicavam os pressupostos evolucionários.

Na comparação com as outras fontes teóricas, pesam a favor da dinâmica industrial – e portanto, do enquadramento mesoeconômico - (i) o fato de F. Malerba ter se dedicado a pesquisar dinâmica industrial desde seus primeiros trabalhos (MALERBA, 1985; MALERBA, 1987); (ii) o *know-how* que F. Malerba e seus colaboradores construíram durante a década de 1990 com investigações sobre os regimes tecnológicos, que são uma linha específica dentro do campo de dinâmica industrial; e (iii) o fato das questões selecionadas como relevantes gravitarem em torno da *evolução industrial* (termo definido em Malerba e Orsenigo (1996)) e que direcionaram o esforço subsequente de desenvolver uma nova metodologia de estudo dentro do campo de dinâmica industrial – o SSI. Por este conjunto de evidências, o campo de dinâmica industrial constitui o *core* do SSI, fato que se reflete nas supostas aplicações do conceito: (a) compreensão do funcionamento dos setores; (b) compreensão da dinâmica e do padrão de mudança setorial; (c) identificação dos fatores que afetam a performance e competitividade de firmas e países (MALERBA, 1999).

Esta evidência não significa que as outras duas fontes teóricas contribuam de forma menor na formulação do SSI. A genealogia e a justificativa existencial do conceito evidenciam a importância do campo de estudos de dinâmica industrial. Sua formulação e viabilidade, contudo, dependem igualmente dos pressupostos evolucionários e da perspectiva sistêmica.

Observa-se a participação das outras matrizes teóricas quando se busca entender *o que é* o SSI, ou *do que é constituído* o SSI. Os atores responsáveis por esta evolução industrial de longo prazo inovam, difundem e utilizam novas tecnologias *coletivamente*, organizando-se em sistemas de inovação (CARLSSON *et. al*, 2002; METCALFE,

1994); os mecanismos pelos quais se dão as interações entre estes agentes são coevolucionários, como previsto pela economia evolucionária (NELSON & WINTER, 1982; NELSON, 1994). Assim, descrita de forma esquemática, produz-se o amálgama entre as três fontes teóricas e é possível compreender a natureza do conceito de sistemas setoriais de inovação; ao mesmo tempo, ilumina-se o fio condutor que dá sentido e pertinência ao conceito: a *dinâmica mesoeconômica*.

As próximas sub-seções dedicam-se ao exame detalhado de cada uma das três fontes teóricas apresentadas brevemente. Recorremos preferencialmente aos estudos referenciados pelos trabalhos nos quais formaliza-se o sistema setorial de inovação. Eventualmente, outros estudos são mobilizados para uma maior clareza na exposição.

### ***1.1 – Dinâmica Industrial e Ampliação das Fronteiras da Indústria***

O objetivo central do campo de estudos de economia industrial é compreender o funcionamento da indústria – um recorte mesoeconômico cujo pioneirismo é muitas vezes atribuído à Alfred Marshall (1890) – e seus reflexos no sistema econômico. No início do século XX, os pesquisadores que ajudaram a configurar este campo de estudos adotavam, via de regra, uma perspectiva dinâmica<sup>9</sup>. Compreender o que determinava a ascensão e queda de determinadas indústrias, a alternância do protagonismo setorial no crescimento econômico, exigia uma perspectiva não-estática. Uma forma de sintetizar esta problemática foi colocada por Simon Kuznets: “What concentrates the forces of growth and development in one or two branches of production at a given time, and what shifts the concentration from one field to another as time passes?” (KUZNETS, 1930:5).

Em todos os artigos ou livros que mencionam as fontes teóricas do SSI, os estudos de dinâmica industrial são os primeiros a serem mencionados (MALERBA 2002; 2004; 2005; MALERBA & ADAMS, 2014). Malerba (2002) abre a exposição das fontes teóricas do SSI afirmando: “A first group of contributions has emphasized change and transformation in sectors” (MALERBA, 2002:249), congregando este grupo os clássicos estudos de longo prazo da evolução industrial – Schumpeter (1939), Kuznets (1930) e Clark (1940) – e os mais recentes estudos do ciclo de vida da indústria/produto (UTTERBACK, 1994; KLEPPER 1996).

---

<sup>9</sup> “The interest in the patterns of industrial dynamics and evolution was clearly at the heart of industrial economics in its formative stages. Both Marshall and Schumpeter, in radically different ways, considered the study of industries as primarily a dynamic exercise.” (DOSI *et. al*, 1997:3).

Embora Schumpeter, Kuznets e Clark não tenham proposto modelos analíticos que explicassem a mudança estrutural – as mudanças irreversíveis na composição setorial da economia que se refletem nos agregados macroeconômicos – seus *insights* e suas investigações empíricas foram fundamentais para (i) revelar a mudança econômica estrutural como um traço do capitalismo presente em todos os países (e ao longo da história) e (ii) denunciar a incompatibilidade da teoria econômica prevalecente para lidar com esta realidade (PASINETTI, 1993).

Dentre os clássicos estudos de longo prazo, Joseph Alois Schumpeter (1883 – 1950) contribuiu com ao menos três obras seminais (SCHUMPETER, [1911] 1982; [1939] 1982; [1942] 1984). Sua primeira contribuição foi mover o foco da teoria econômica do estado de equilíbrio para o estado de constante transformação, ou desenvolvimento. Esta transformação se dá por meio das novas combinações de fatores produtivos, levada a cabo por empreendedores que arriscam recursos (em geral emprestados de terceiros) na esperança de obter lucros acima da média. As novas combinações podem ser novos produtos, novos processos ou a exploração de novos mercados. Este foco na mudança permanente levou o autor a cunhar o termo “destruição criadora”, enfatizando a dinâmica concorrencial por meio da qual velhos mercados deixam de existir e os recursos são realocados em novas atividades, gerando um perene desenvolvimento (SCHUMPETER, [1911] 1982; SAVIOTTI & METCALFE, 1991:3-4).

J. Schumpeter recupera da *Teoria do Desenvolvimento Econômico* (SCHUMPETER, [1911] 1982) a importância da inovação como veículo de transformação das estruturas produtivas capitalistas, preocupado em observar as flutuações cíclicas associadas à setores específicos (SCHUMPETER, [1939] 1982). Estas mudanças viabilizadas pelo fenômeno da inovação são chamadas por ele de *evolução econômica*: “The changes in the economic process brought about by innovation, together with all their effects, and the response to them by the economic system, we shall designate by the term Economic Evolution.” (SCHUMPETER, [1939] 1982:83).

A *evolução econômica* ocupa um quadro bastante amplo, uma interface entre a macro e a microeconomia. A dinâmica cíclica macroeconômica era interpretada por ele

como resultado da inovação setorialmente localizada (SCHUMPETER, [1911] 1982)<sup>10</sup>. Em dada indústria, o empreendedor em busca de lucros acima da média introduz uma inovação e, pela dinâmica concorrencial, é rapidamente copiado por outros capitalistas; a difusão, portanto, gera ativação econômica e prosperidade que se propagam pelo tecido econômico “não apenas no ramo da produção em que primeiro aparecem, mas também *ipso facto* em outros ramos” (SCHUMPETER, [1911] 1982:215), tirando a economia da letargia do não-crescimento. O movimento de ativação perde *momentum* progressivamente, até que uma nova inovação reinicie o processo. A dinâmica mesoeconômica encerra, portanto, o dínamo de todo o sistema capitalista, sendo as inovações seu principal combustível e os ciclos econômicos sua manifestação empírica<sup>11</sup> (SCHUMPETER, [1911] 1982; [1939] 1982).

A perspectiva setorial justifica-se e se contrapõe à visão agregativa dos estudos do crescimento econômico. Para entender o crescimento é preciso olhar para o seu portador: a indústria. Os agregados macroeconômicos concentram-se em efeitos sem olhar para as causas imediatas do crescimento (SCHUMPETER, [1939] 1982).

Uma visão semelhante do funcionamento do sistema capitalista era esposada por Simon Kuznets (1901–1985). Preocupado com a evolução de longo prazo do sistema – os “movimentos seculares” - Kuznets (1930) combina análise estatística industrial com ciclos de prosperidade e recessão. A visão de desenvolvimento econômico do autor baseia-se na sucessão de indústrias que assumem a responsabilidade de liderar o crescimento, tanto nacional quanto mundialmente: “As we observe the various

---

<sup>10</sup> “Schumpeter relaciona os períodos de prosperidade ao fato de que o empreendedor inovador, ao criar novos produtos, é imitado por um verdadeiro “enxame” de empreendedores não inovadores que investem recursos para produzir e imitar os bens criados pelo empresário inovador. Conseqüentemente, uma onda de investimentos de capital ativa a economia, gerando a prosperidade e o aumento do nível de emprego. À medida que as inovações tecnológicas ou as modificações introduzidas nos produtos antigos são absorvidas pelo mercado e seu consumo se generaliza, a taxa de crescimento da economia diminui e tem início um processo recessivo com a redução dos investimentos e a baixa da oferta de emprego. A alternância entre prosperidade e recessão, isto é, a descontinuidade no aumento de produção, é vista por Schumpeter, dentro do contexto do processo de desenvolvimento econômico, como um obstáculo periódico e transitório no curso normal de expansão da renda nacional, da renda per capita e do consumo” (SCHUMPETER, [1911] 1982:11-12, prólogo).

<sup>11</sup> O último capítulo da TDE (SCHUMPETER, [1911] 1982) antecipa a discussão apresentada no Business Cycles (SCHUMPETER, [1939] 1982). Neste capítulo, o autor caracteriza o ciclo econômico como o mecanismo endógeno ao sistema que alterna períodos de prosperidade com períodos de depressão econômica. Mais do que isso, está explícito neste capítulo a importância da dinâmica industrial para o crescimento econômico de forma geral: “A realidade também revela que todo *boom* normal começa em um ou em poucos ramos da indústria (construção de ferrovias, indústrias químicas e elétricas etc.) e que recebe o seu caráter das inovações na indústria em que se inicia [...] e o sistema econômico é impulsionado mais rápida e completamente do que o seria por qualquer outro meio para o processo de reorganização tecnológica e comercial que constitui o significado dos períodos de *boom*” (SCHUMPETER, [1911] 1982:215-216).

industries within a given national system, we see that the lead in development shifts from one branch to another” (KUZNETS, 1930:4-5). O autor aponta três elementos que historiadores econômicos geralmente consideram como importantes para explicar a evolução de uma indústria:

- Crescimento populacional;
- Transformações na demanda;
- Progresso técnico

O progresso técnico para ele abrange avanços tecnológicos e mudanças organizacionais. O crescimento populacional, de acordo com o autor, não explica porque as indústrias têm taxas diferentes de crescimento em um mesmo momento. As mudanças na demanda são separadas entre demanda final e intermediária – ou demanda dos consumidores e demanda dos produtores. Embora Kuznets reconheça que a demanda dos produtores influencia o ritmo de expansão de uma dada indústria (antecipando as teorias de *demand pull* desenvolvidas posteriormente), ele enxerga a demanda dos consumidores como um fator estrangulado pelo estado da produtividade de dada indústria. Em outras palavras, a demanda pode incentivar o crescimento de uma certa indústria até o ponto de saciedade dos consumidores finais; para além deste ponto, o efeito de uma demanda elástica pode atuar somente se a produtividade diminuir o custo unitário do bem produzido, fato que depende do terceiro elemento, o progresso técnico. Por estas razões, o progresso técnico é visto como o elemento central na explicação da dinâmica mesoeconômica (KUZNETS, 1930).

Talvez mais do que Schumpeter e Clark, Kuznets preocupa-se em compreender o mecanismo que retarda o crescimento em uma “indústria velha” – o que se convencionou chamar de *legacy sectors* – à medida em que ela amadurece. Kuznets compartilha da visão de Schumpeter em *Business Cycles* (1939) no tocante ao progresso técnico resultante das inovações: ele vem em ondas, concentrado em uma indústria ou em um grupo interconectado de indústrias (SCHUMPETER, [1939] 1982). Mas Kuznets quer ir adiante e entender porque o ímpeto progressivo se perde em uma indústria com o passar do tempo e diferentes “eras” correspondem a diferentes indústrias.

Schumpeter ([1911] 1982; [1939] 1982) recorre ao comportamento dos agentes econômicos para explicar porque, em uma dada indústria, ocorre este arrefecimento do

ímpeto progressivo da tecnologia. A difusão motivada pela competição intercapitalista seria responsável pelo estabelecimento de um novo equilíbrio temporário. Este mecanismo, ainda que explicado em suas linhas gerais, ressalta porque uma indústria vê um momento inicial de progresso técnico se dissipar em um novo estado letárgico – mas não explica porque, historicamente, uma *outra indústria* toma a liderança do processo de inovação e crescimento econômico. Kuznets (1930) aponta para quatro elementos que surgem como potenciais fatores explicativos: (i) estagnação do progresso técnico; (ii) as indústrias de crescimento baixo retardam o crescimento das indústrias de crescimento acelerado (sendo o contrário também válido, em uma espécie de balanceamento osmótico); (iii) os fundos disponíveis para a expansão de uma indústria decrescem *relativamente* quando a indústria cresce; e (iv) uma indústria em um país pode ter seu crescimento retardado pela mesma indústria em um país de industrialização mais recente (KUZNETS, 1930:10 – 11).

A primeira das alternativas – a estagnação do progresso técnico – é ilustrada por uma série de relatos históricos que servem como base para a argumentação geral que, à introdução de uma inovação que revoluciona a estrutura técnica de uma indústria, segue-se uma grande quantidade de aperfeiçoamentos e inovações complementares naquela indústria e nas cadeias produtivas relacionadas à ela. Com o passar do tempo, “o número de operações para serem aperfeiçoadas [...] gradualmente se exaure” (KUZNETS, 1930:31). A indústria alcança um *plateau* e seu produto uma forma standardizada com pouco espaço para futuros aperfeiçoamentos. Kuznets está dando forma em sua argumentação ao que seria aperfeiçoado nas décadas de 1960 e 1970: o ciclo de vida da indústria e do produto.

Em torno desta problematização concentra-se o segundo grupo de estudos da dinâmica industrial citados como fontes teóricas do SSI. Abernathy e Utterback (1975) e Utterback (1994) expõem o que convencionou-se chamar de “ciclo de vida da indústria”. Dosi e Nelson (1994) assim o sintetizam, para crítica posterior: no início do ciclo de vida de uma indústria, as firmas são pequenas e há uma ampla variedade de escolhas técnicas – ou trajetórias tecnológicas – possíveis. Assim, não há barreiras significativas à entrada, ainda não foram estabelecidas *best practices* e nem mesmo o produto final foi standardizado. Os automóveis ilustram o argumento dos autores. No início do desenvolvimento dos automóveis, havia uma competição para se definir qual seria a fonte energética dominante, se gasolina, vapor ou eletricidade. Com o passar do

tempo, os investimentos em P&D, em interação com os mecanismos de seleção de mercado, definem um *design dominante*. Daí em diante, a indústria amadurece, o investimento em aperfeiçoamento de processos passa a ter maior retorno (e menor risco) e consolidam-se os incumbentes daquela indústria, especialmente porque, com a definição de um paradigma, o aprendizado torna-se cumulativo e tende a erguer barreiras a novos entrantes<sup>12</sup>. No caso da indústria automobilística, a descrição encaixa-se perfeitamente, com o paradigma do motor a combustão impondo-se sobre as possíveis outras trajetórias tecnológicas da fase inicial da indústria (DOSI & NELSON, 1994:165).

A perspectiva dinâmica de J. Utterback é uma exceção durante este período. Durante as décadas de 1950/60, a teoria estrutura-conduta-desempenho (E-C-D) desenvolvida por J. S. Bain (1912–1991) se consolida como a base da chamada Organização Industrial (OI). Logo, a OI se torna a escola de economia industrial alternativa ao *mainstream* microeconômico neoclássico (SILVA, 2010:151). Esta perspectiva privilegia a análise de economias de escala relacionadas ao tamanho das firmas, e as assimetrias que se observam entre incumbentes e entrantes a este respeito. Desta observação da “estrutura” derivam implicações sobre a possível conduta das firmas, ou seja, sua capacidade de impor mecanismos oligopolísticos sobre o setor que se refletem no nível de lucratividade e no preço médio do produto setorial (DOSI et. al, 1997:3-4). Sobre as limitações da OI, Silva (2010) afirma: “Sem prejuízo do grande entusiasmo com que recebeu as duas obras [de Bain e Sylos-Labini], Modigliani (1958, p.212) não deixou de apontar, já na primeira hora, que a abordagem de Bain e Sylos-Labini revelava-se ainda insuficientemente dinâmica” (SILVA, 2010:150).

As décadas de 1970/1980 ainda registrariam uma nova corrente de economia industrial, apelidada de “nova organização industrial”<sup>13</sup>. Esta corrente tampouco aborda a

---

<sup>12</sup> Dosi e Nelson (1994) levantam duas questões não resolvidas relacionadas ao ciclo de vida da indústria: (i) a não aplicabilidade da teoria a todos os setores; o trabalho de Pavitt (1984) teria demonstrado que devido aos regimes tecnológicos associados a diferentes setores, nem toda indústria exhibe ao longo de sua história o padrão previsto pela teoria, e (ii) o que acontece depois que se atinge a maturidade? Esta pergunta remete às indagações de Kuznets (1930) e começou a ser investigada na década de 1990 e levou a conceituação por Tushman e Andersen (1986) do termo “progresso técnico destruidor de competências”, para salientar como é possível que uma indústria estabelecida tenha sua base de conhecimento/tecnológica tornada obsoleta por avanços no campo.

<sup>13</sup> “[...] o processo de construção científica da teoria da OI tradicional seguiu um caminho metodológico inicialmente alternativo ao da microeconomia neoclássica e hoje, da forma como se apresenta pela utilização do instrumental da teoria dos jogos, desenha como que ‘uma volta a um elevado grau de abstração’[...] O método fundamentado na pura abstração, que se constituiu exatamente em um dos



perspectiva dinâmica dos fundadores do campo de economia industrial (DOSI *et. al*, 1997; MALERBA, 2002). Esta nova linha enfatiza a capacidade das firmas de fazer previsões e basear desta forma seu comportamento, gerando um estado de equilíbrio entre os agentes competidores de uma determinada indústria. Pouca ou nenhuma atenção é dada às incertezas associadas à tecnologia e ao progresso técnico. Nota-se destarte sua distância dos estudos originários de economia industrial (DOSI *et. al*, 1997).

Ou seja, segue-se aos pioneiros do início do século XX um vazio na agenda de pesquisa de dinâmica mesoeconômica, que começa a ser preenchido somente na década de 1990<sup>14</sup> (HANUSCH e PYKA, 2007). Gradualmente, surgem novas ideias para se estudar a mudança industrial. São arcabouços teóricos que não necessariamente foram gestados no campo, mas cuja intenção é prover uma estrutura de pesquisa da mudança nos campos de ciências sociais aplicadas: o darwinismo generalizado, a teoria da complexidade e o conceito de *path-dependence* (BOSCHMA e MARTIN, 2010:21) são algumas destas iniciativas.

É como parte deste movimento de recuperação dos ideais dos pioneiros da economia industrial que surge o SSI. O SSI propõe restaurar a perspectiva dinâmica dos estudos industriais, negligenciada a partir de 1950/60 (MALERBA, 2002). Associada a este ímpeto de retorno à perspectiva mesoeconômica dinâmica “clássica”, está uma preocupação disseminada com os instrumentos teóricos disponíveis e as unidades de análise consagradas pela economia industrial. Dosi *et. al* (1997:18, grifo nosso) levantam a questão “como regularidades agregadas ou algum tipo de ordem pode ser gerada a partir de **unidades de análise heterogêneas** (firmas, produtos, indústrias) em um processo dinâmico e em que nível de observação é possível detectá-las”?

As duas questões (do retorno à mesoeconomia dinâmica e da unidade de análise adequada) são debatidos em Malerba e Orsenigo (1996b), a partir da classificação dos estudos de dinâmica industrial em três níveis:

---

motivos do rompimento, agora retorna na Nova OI assumindo a metodologia implícita nos modelos neoclássicos” (SILVA, 2010:160).

<sup>14</sup> “Although long-run capitalistic development has been on the agenda of economics since the contributions of Kuznets, Clark and Schumpeter in the early decades of the twentieth century, owing to the strong dominance of short-term equilibrium analysis of mainstream Neoclassical Economics this tradition went out of vogue until the early 1990s, by which time a new interest in the laws of motion and industry development re-emerged, formulating the stylised facts of so-called industry life cycles” (HANUSCH & PYKA, 2007:278).

- *Elementos específicos (estilizados) da dinâmica industrial*, como: tamanho das firmas, seu crescimento e demografia industrial; neste nível de análise há uma boa quantidade de estudos e o conhecimento gerado é razoável;
- *Dinâmica estrutural*: neste nível haviam poucos estudos que conseguiram identificar padrões de turbulência (entrada/saída) e inovação de produto/processo, sendo a teoria do ciclo de vida da indústria (Abernatty e Utterback, 1975; Utterback, 1994) a única formulação estilizada de dinâmica industrial baseada em dados empíricos;
- *Evolução estrutural*: neste nível haveria desconhecimento quase completo de como novos setores surgem e desaparecem, como as capacidades dos agentes são modificadas ao longo do tempo, como as fronteiras da indústria avançam e recuam e qual o papel das instituições nestes processos.

Os padrões de inovação (*widening e deepening*) observados empiricamente por Malerba e Orsenigo (1995, 1996a), a turbulência observada em Malerba e Orsenigo (1999) e os padrões de persistência das atividades inovativas registrada por Malerba *et al* (1997) contribuíram para expandir o conhecimento de primeiro e segundo nível. No entanto, os autores constataram que era preciso adicionar outros elementos explicativos de dinâmica industrial, como a história e as instituições, para compreender porque havia heterogeneidade setorial e porque dentro dos setores haviam padrões semelhantes (como a distribuição do tamanho das firmas). A seguinte questão é levantada: o que determina as diferenças setoriais observadas? Qual o grau de detalhamento na descrição de uma indústria (agente, tecnologia, demanda) necessário para explicar semelhanças e diferenças entre setores? (MALERBA & ORSENIGO, 1996b:62).

Os autores propõem que a indústria – a unidade de análise por excelência do campo de estudo de organização/dinâmica industrial – deveria passar por uma reavaliação de suas fronteiras. Com o propósito de alcançar o terceiro nível de análise, um ponto de partida útil seria a definição da indústria como uma forma de organização da atividade econômica num alto nível de agregação, caracterizada por relações estruturais específicas entre diferentes agentes e entre estes agentes e os produtos que são produzidos. As instituições entram como importantes agentes neste processo, derivada da literatura de sistemas de inovação (LUNDVALL, 1992, EDQUIST, 1997). Interdependências entre setores deveriam ser levadas em conta dado que os produtos/processos de uma indústria podem se relacionar com outros produtos em

termos de tecnologia ou funções que sejam “de fora da indústria”<sup>15</sup>. Dahmen (1989) é citado por Malerba (2002) como a fonte de inspiração para esta concepção ampliada da indústria, uma vez que os “blocos de desenvolvimento” propostos por aquele autor “criam dinamismo no sistema e geram grande potencial de desenvolvimento”. Em outras palavras, as *complementaridades dinâmicas* induzem o pesquisador a considerar endógenas forças que impulsionam a dinâmica industrial (e que historicamente foram rotuladas como exógenas).

As fronteiras ampliadas tornam possível o rejuvenescimento da indústria por meio de choques tecnológicos e industriais, a partir dos quais novas estruturas emergem de estruturas preexistentes ou graças a entrantes e da ramificação de novos produtos e segmentos industriais em diferentes períodos. *Ipsis litteris*: “Larger industry boundaries allow us to capture the process of transformation of products and processes and the emergence of new technologies” (MALERBA & ORSENIGO, 1996b:82). Buscar “Larger industry boundaries”, que traduzimos livremente como “fronteiras ampliadas da indústria”, seria simplificadamente a primeira missão do SSI. Estudos como o de Dosi *et. al* (1997:21) ressaltavam que a literatura sobre dinâmica meseconômica, então rica em fatos estilizados após o boom de performance computacional dos anos 1980/90, negligenciava o papel de “universidades, instituições científicas, órgãos políticos e instituições financeiras” no processo.

O termo “sistema de inovação setorial” é utilizado pela primeira vez em Malerba e Orsenigo (1997) e Breschi e Malerba (1997). Mowery e Nelson (1999:369) também recorrem ao SIS. No entanto, o SIS era ainda um protoconceito, e é mais adequado classificá-lo como a última etapa de desenvolvimento do *regime tecnológico* do que a primeira etapa do SSI. Por sua vez, Malerba e Orsenigo (1996b) fazem as perguntas que levam à formulação do SSI em Malerba (1999), trabalho em que ocorre à gênese do arcabouço conceitual em direção a sua versão final (MALERBA, 2004). Seria necessário integrar diversos elementos para dar forma a esta nova unidade de análise mesoeconômica. Os sistemas de inovação e a economia evolucionária foram mobilizados com este intuito.

---

<sup>15</sup> Kuznets (1930) também tem importantes *insights* sobre intersetorialidade, especialmente em seu segundo elemento explicativo de amadurecimento industrial: a influência de indústrias de crescimento baixo sobre as indústrias de crescimento vigoroso. Seu exemplo consiste na relação manufatura – indústria extrativista e baseia-se na cadeia de fornecimento de bens; posteriormente, interpreta-se a intersetorialidade para além das cadeias de fornecimento, mas é importante mencionar seu pioneirismo.

## 1.2 – Notas sobre Sistemas de Inovação

O conceito de sistemas de inovação (*innovation systems*) começa a ser articulado no final da década de 1980<sup>16</sup> como uma alternativa às teorias *mainstream* sobre competitividade internacional. A teoria corrente advogava que a competitividade da indústria de um país dependia do nível dos salários nominais e/ou da desvalorização da moeda e negligenciava o que Lundvall chama de *non-price competitiveness*: fatores tão ou mais importantes para a competitividade, como a interação universidade-empresa ou os incentivos à inovação (LUNDVALL, 2007:97).

Apesar desta preocupação imediata com a competitividade internacional, havia uma crescente percepção de que o fenômeno da inovação era coletivo por natureza e que exigia a interação de diversas partes para ocorrer. Em outras palavras, emergia a perspectiva dos “processos de inovação distribuídos”, em função da divisão do trabalho de gerar e aprimorar o conhecimento, combinando coordenadamente este conhecimento para gerar inovação. Colocado de forma clara por Soete *et. al* (2010:1163), o traço distintivo do sistema de inovação é a percepção de que a inovação vista como fenômeno que se manifesta no nível macro é na realidade o resultado da interação de diversos atores no nível micro e que nem todas estas interações ocorrem mediadas pelo mecanismo de mercado. “Tão logo a problemática da inovação é colocada nestes termos, a dimensão sistêmica emerge naturalmente” (ANDERSEN *et. al*, 2000:15).

### 1.2.1 – Sistema Nacional de Inovação

Logo, torna-se claro para os pesquisadores e estudiosos da inovação de que organizações e instituições – que diferem de país para país – tem um peso importante na performance inovativa de cada nação. De forma a capturar estas nuances sobre a performance inovativa, a formulação do sistema de inovação toma o formato nacional: o Sistema Nacional de Inovação (SNI). Soete *et. al* (2010) afirmam que três pioneiros legaram três “estilos” diferentes de enfoque sobre o SNI:

- Freeman (1987): Cristopher Freeman (1921–2010) lança o conceito de SNI após sua investigação da performance inovativa japonesa. Sua análise dos condicionantes do desempenho nipônico se assemelham ao

---

<sup>16</sup> Carlsson *et. al* (2002) consideram o trabalho de Leontief (1941) baseado nas matrizes de insumo-produto e os “blocos de desenvolvimento” de Dahmén (1950; 1989) como pertencentes à literatura de sistemas. São de fato abordagens sistêmicas, mas não trabalham o tema da inovação.

conceito de *competência social* de Abramovitz<sup>17</sup>: as instituições nacionais e a infra-estrutura são adequadas ao desenvolvimento e difusão de um certo tipo de tecnologia. No caso estudado, há o alinhamento de políticas industriais, modelos de organização trabalhista, modelos de organização industrial (*keiretsu*) e atividades corporativas de P&D. O “estilo” de Freeman é o estudo empírico dos componentes do SNI: a indústria, as instituições e as políticas que funcionam como mecanismos de coordenação;

- Lundvall (1992): o estilo de Bengt-Ake Lundvall (1941- ) é o mais teórico dos três. O próprio Lundvall reconhece que em 1992 sua ideia era de elaborar fundamentos teóricos para o SNI, mas que “o fato de que a maioria dos pesquisadores ser da Dinamarca ou de outros pequenos países do norte da Europa, deu à análise um estilo específico” (LUNDVALL, 2013:27, tradução própria). A obra de 1992 traz alguns *building blocks* do SNI, tais como (i) a fonte de inovação (se decorrem do aprendizado – *learning by doing* – ou do processo de busca formal – P&D), (ii) a natureza da inovação, se mais radical ou incremental, (iii) a importância das instituições e dos mecanismos extra-mercado para a inovação, tais como as relações usuário-produtor e as instituições históricas que fornecem uma série de “rotinas”, ou formas de comportamento mais predizível (e refletem esferas tão diversas quanto a esfera cultural), para os atores que fazem parte do sistema. Sua visão do SNI é a mais ampla entre as visões dos pioneiros;
- Nelson (1993): Richard R. Nelson (1930- ), finalmente, organiza um trabalho comparativo composto por diversos estudos empíricos de SNIs. Sua visão é mais restrita que a de Lundvall: sua ênfase recai sobre as interações universidade-empresa, o que reflete a importância que este autor enxerga nas interconexões entre ciência e tecnologia como o elemento central do SNI (SOETE *et. al*, 2010:1166).

Apesar destes estilos particulares, todos eles compartilhavam da metodologia baseada na análise histórica comparativa – um legado do SNI que persistiria em todo

---

<sup>17</sup> Abramovitz (1986) *apud* Soete *et. al* (2010).

tipo de sistema de inovação, inclusive no sistema setorial do qual nos ocuparemos<sup>18</sup>. Além disso, todas as vertentes sistêmicas também tem em comum o problema de coordenação que emerge quando se reconhece a interação entre os atores do sistema como o processo pelo qual se gera e se difunde conhecimento novo. Políticas para atacar estas falhas de coordenação, portanto, são um elemento comum em toda análise baseada nos sistemas de inovação. Os *insights* dos pioneiros, conjugados aos novos questionários e *surveys* aplicados por estados e organismos internacionais permitiram a elaboração de políticas de inovação que superaram a limitante visão da inovação baseada em P&D (SOETE *et. al*, 2010). Os elementos considerados responsáveis por grande parte do avanço tecnológico e do consequente crescimento econômico sofrem uma considerável mudança do consagrado *Manual Frascati* (OECD, 1963; 2015) para o *Manual de Oslo* (OECD, 1992; 2004), no início da década de 1990. O *Manual de Oslo* (OECD, 1992; 2004) reconhece a importância de instituições específicas para a promoção da inovação (“law and regulation”), ponto que foi mais desenvolvido em Cassiolato e Lastres<sup>19</sup> (2005):

“A idéia básica do conceito de sistemas de inovação é que o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores, e como as instituições – inclusive as políticas – afetam o desenvolvimento dos sistemas” (CASSIOLATO & LASTRES, 2005:37).

A perspectiva sistêmica beneficiou-se, por um lado, de teorias com mais de um século de existência e por outro lado de trabalhos empíricos conduzidos nos EUA e no Reino-Unido na década de 1970/80. Friedrich List (1789-1846) foi recuperado por

---

<sup>18</sup> O compartilhamento da metodologia histórica deriva do compartilhamento da insatisfação com as teorias neoclássicas da economia e sua capacidade de explicar o desenvolvimento econômico, ou seja, insatisfação com o método de investigação vigente: “Nos anos 1980, pesquisadores como Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993) questionaram o paradigma neoclássico que explicava o desenvolvimento econômico. Eles propunham que o desenvolvimento resultava de uma rede complexa de interações entre agentes que não eram apenas agentes econômicos, e que as instituições também eram importantes mecanismos de regulação [...] assim, baseados nos trabalhos de Schumpeter, Keynes e List, entre outros, eles alinharam a abordagem do sistema de inovação com as correntes evolucionária e institucionalista” (URIONA-MALDONADO *et. al*, 2012:978, tradução própria).

<sup>19</sup> Exigia-se o reconhecimento destes elementos em função dos resultados obtidos a partir de experimentos (como o projeto “Scientific Activity Predictor from Patterns with Heuristic Origins” - SAPPHO) e também dado o interesse em se estudar a tese do tecnoglobalismo – a hipótese de que a liberalização dos fluxos comerciais e de tecnologia levaria à um novo tipo de convergência entre as nações quantos aos níveis de produtividade e renda (CASSIOLATO & LASTRES, 2005). Estas considerações demandavam uma nova perspectiva metodológica, afastada da análise econômica tradicional.

Freeman (1985) como o precursor do SNI<sup>20</sup>. O economista alemão – em sua obra *Sistema Nacional de Política Econômica* (1841 [1983]) - teria sido o primeiro a identificar o caráter sistêmico do desenvolvimento econômico, sua natureza constrangida pelas fronteiras do estado-nação e sua fragilidade perante o sistema internacional caso não houvesse cuidado por parte do poder público em fomentar e garantir as condições para o desenvolvimento do sistema nacional. Além disso, “O reconhecimento de List da interdependência entre investimentos tangíveis e intangíveis traz em si um toque de modernidade. Ele foi provavelmente o primeiro economista a argumentar com consistência que a indústria deveria conectar-se às instituições formais de ciência e educação” (SOETE *et. al*, 2010:1161, tradução própria).

Por outro lado, o desenvolvimento do SNI baseou-se nos avanços dos estudos de inovação que podem ser sintetizados em dois grandes marcos: o projeto SAPHO liderado por C. Freeman na Universidade de Sussex e o *Yale Innovation Survey*, organizado pela Universidade de Yale. Ambos os estudos alteraram a visão sobre o processo de inovação em ao menos duas dimensões: em primeiro lugar, percebe-se a inovação como um fenômeno construído coletivamente<sup>21</sup> e dependente dos processos de aprendizado; em segundo lugar, a inovação emerge como o grande fator de competitividade entre as indústrias nacionais (CASSIOLATO e LASTRES, 2005).

Para além dos problemas de coordenação e da multideterminação da inovação que emergem deste novo paradigma, é possível reunir outros pontos invariáveis a respeito dos sistemas de inovação. De uma perspectiva mais genérica, todo sistema pode ser definido de acordo com seus *componentes*, as *relações* entre os componentes e seus *atributos*. Os componentes do sistema de inovação são, simplificadaamente, as empresas, as organizações de pesquisa e as agências públicas; as relações entre os componentes incluem relações de mercado e relações extra-mercado, de cooperação, por exemplo e incluem mecanismos de *feedback*; os atributos são as características do sistema, que definem seu propósito e sua potencialidade. No caso do sistema de

---

<sup>20</sup> Bellet *et. al* (2002) identificam um segundo grupo de autores do século XIX que teriam influenciado o SNI: os trabalhos de Alexander Hamilton e, principalmente, Carey. Não só estes autores da tradição econômica protecionista norte-americana teriam influenciado os estudos posteriores baseados no SNI, mas eles teriam fornecido *insights* para uma corrente mais dinâmica do que a de List: “According to the dominant legacy of List, a descriptive conception of the NSI, with an insistence on the establishment of structural institutional frameworks, dominates. A dynamic conception, according to the legacy of Carey, which insists on the creation of economic space starting from local centers of activity established according to innovation behavior, dominates” (BELLET *et. al*, 2002:118).

<sup>21</sup> De forma mais específica, nos SI a inovação é resultado de um processo interativo entre organizações, empresas e governo, em contextos históricos e institucionais *sui generis* (IIZUKA, 2013).

inovação, a principal característica é a competência técnico-econômica, que visa “gerar, difundir e utilizar tecnologias (tanto artefatos físicos como conhecimento tácito) que tenham valor econômico” (CARLSSON *et. al*, 2002:235).

De uma perspectiva mais concreta, Soete *et. al* (2010:1172-3) elencam quatro pontos (*key-elements*) que formam a base de funcionamento de qualquer SNI: Investimento em capital humano e social, sua capacidade de pesquisa (P&D intimamente ligada ao sistema de ensino superior), as redes de aprendizado local e as características da demanda – que os autores ligam ao conceito de capacidade absorptiva, no sentido da aceitação da mudança trazida pelas inovações por parte dos consumidores.

A natureza historicizada dos sistemas de inovação impede uma interpretação funcionalista desta ampla perspectiva. Não existe uma função ou conjunto de funções *ex-ante* que deva ser cumprida pelo SI<sup>22</sup>. Sendo um sistema social, sua função depende do que lhe é atribuído socialmente. Estas funções se alteram ao longo do tempo e de acordo com as necessidades dos agentes que o compõem. Um objetivo comum a todos os sistemas de inovação consiste em “contribuir para a performance econômica por meio dos processo de criação e difusão de conhecimento”, no entanto, o desenho de cada SI e suas funções específicas podem variar (LUNDVALL, 2007:14; LUNDVALL *et. al*, 2009). Variam também as definições de “Sistema de Inovação”, como ilustrado no **Quadro 1**.

---

<sup>22</sup> Ainda que haja uma corrente funcionalista. Para uma exposição sobre a evolução da perspectiva funcionalista dos sistemas de inovação, ver Bergek *et. al* (2008).



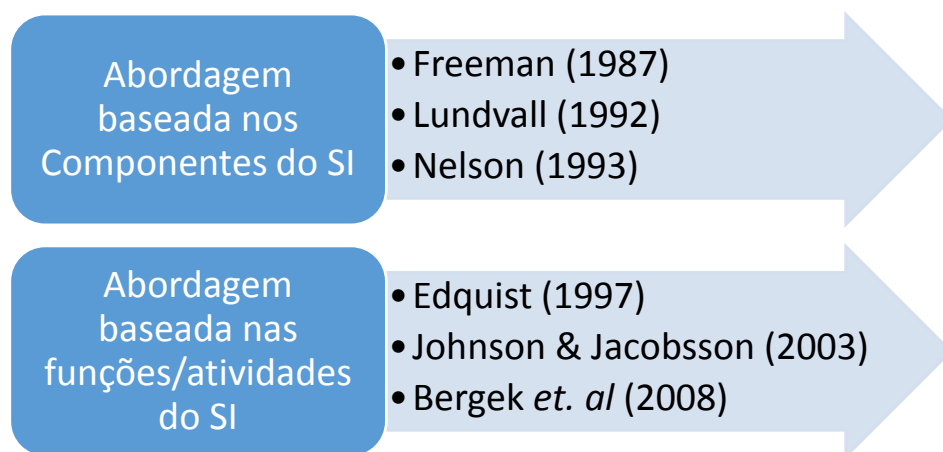
**Quadro 1 - Definições de Sistemas de Inovação**

<b>Autor</b>	<b>Definição de SI</b>	<b>Obra</b>
<b>J. Niosi</b>	“[innovation systems are] social systems that emerge through the long and complex interactions of many agents – individual and organizational – within an institutional environment” (2010:35)	<i>Building National and Regional Innovation Systems</i>
<b>B. Carlsson et. al</b>	“The function of an innovation system is to generate, diffuse, and utilize technology. Thus, the main features of the system are the capabilities (together representing economic competence) of the actors to generate, diffuse, and utilize technologies (physical artifacts as well as technical know-how) that have economic value” (2002:235)	<i>Innovation systems: analytical and metodological issues</i>
<b>S. Metcalfe</b>	“[an innovation system is] that set of distinct institutions which contribute to the development and diffusion of technologies and which provides the framework withih which policies are implemented. It is a set of institutions to create, store and transfer the knowledge, skills and artifacts which define technological opportunities” (1994:940)	<i>Evolutionary economics and technology policy</i>
<b>J. Cassiolato e H. Lastres</b>	“[O] sistema de inovação é conceituado como um conjunto de instituições distintas que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade – e também o afetam” (2005:37)	<i>Sistemas de inovação e desenvolvimento</i>
<b>E. M. Albuquerque</b>	“Sistema nacional de inovação é uma construção institucional, produto de uma ação planejada e consciente ou de um somatório de decisões não-planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas” (1996:57)	<i>Sistema Nacional de Inovação no Brasil</i>
<b>A. Sbicca e V. Pelaez</b>	“[...] conjunto de instituições públicas e privadas que contribuem nos âmbitos macro e microeconômicos para o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias” (2006:417)	<i>Economia da Inovação Tecnológica (Sistemas de Inovação)</i>

Fonte: elaboração própria.

Edquist (2011) tenta estabelecer uma abordagem para os SI que congregue a perspectiva funcionalista e a abordagem clássica que ele rotula como baseada nos *componentes* do SI. A **Figura 2** sintetiza os principais trabalhos/autores de cada uma destas duas abordagens. C. Edquist defende que a perspectiva de Lundvall (1992) e Nelson (1993) concentra-se nas organizações e instituições que fazem parte dos sistemas de inovação: universidades, institutos de pesquisa, empresas. Esta perspectiva baseada em componentes seria pouco dinâmica e deixaria em aberto as atividades que o SI deve conduzir. O autor foca, portanto, nas *atividades* do SI. O termo “funções” do SI é evitado para que não ocorra uma associação com a escola funcionalista de sociologia (EDQUIST, 2011:1728). O fato é que, sejam chamadas de atividades ou funções, esta perspectiva procura estabelecer um *checklist* para o SI, tornando o conceito mais operacionalizável às custas de sua contextualização histórica. Algumas das atividades universais dos SI seriam (i) a geração de conhecimento para o processo de inovação, (ii) atividades que estimulem a demanda e (iii) a criação de organizações e instituições essenciais ao bom funcionamento dos SI (EDQUIST, 2011).

**Figura 2 - Duas abordagens dos sistemas de inovação: componentistas e funcionalistas (ou baseados em atividades)**



Fonte: Edquist (2011), Lundvall *et. al* (2009).

De acordo com o próprio autor, não há consenso quanto à lista definitiva de atividades que deveriam ser o atributo de todo sistema de inovação (EDQUIST, 2011). Este fato reflete o grau de amadurecimento do campo de estudos, de recente desenvolvimento. A impossibilidade de encontrar um modelo universal de sistema de inovação deriva da sua natureza social – e, portanto, idiossincrática – e reflete-se na inexequibilidade de se apontar qualquer sistema ótimo (MALERBA, 2002). Isso não

impede que políticas de inovação sejam elaboradas sob influência deste arcabouço conceitual. Em geral, a comparação entre sistemas geográfica ou historicamente distintos provê o guia de ações que devem ser tomadas para se aperfeiçoar dado SI (EDQUIST, 2011). Este *modus operandi* aplica-se a todas as variações do sistema de inovação, apresentadas a seguir.

#### 1.2.1 – Para Além do Nacional: Variações do Sistema de Inovação

Os SI adotaram múltiplas formas ao longo de sua trajetória, desde seu surgimento na década de 1980. Sua primeira – e mais difundida – forma é o SNI. Esta ampla perspectiva sobre a inovação e seus entrelaçamentos com a economia pode ser compreendida como a síntese dos esforços evolucionistas de caracterizar o progresso técnico como o mais importante dinamizador da economia nacional e promotor do crescimento e da prosperidade (ALBUQUERQUE, 2004). De forma mais específica, o SNI procura “determinar a natureza dos investimentos nacionais em atividades de aprendizado que suportam o progresso técnico, bem como compreender as diferenças entre níveis e direção destes investimentos entre as nações” (PATEL & PAVITT, 1994:78).

Albuquerque (2004) esboça três períodos cronológicos de desenvolvimento do SNI. O primeiro período foi o de elaboração teórica que precedeu os SI. A maioria dos trabalhos desta fase foi desenvolvida na década de 1970 e consistem nas proposições evolucionistas sobre o progresso técnico e o crescimento econômico e nos trabalhos pioneiros de Christopher Freeman sobre inovação e indústria. No segundo período - década de 1980 – momento da primeira menção ao SNI por Freeman (1987), ocorre a definição do conceito e sua aplicação em diversas experiências nacionais (NELSON, 1993; LUNDVALL, 1992). O **BOX 1** sintetiza os principais pontos da análise de Malerba (1993) – que foi publicada no livro organizado por Nelson (1993) - sobre o SNI italiano e é um exemplo deste segundo período.

### **Box 1 - O Sistema Nacional de Inovação Italiano**

Malerba (1993) analisou o sistema nacional de inovação italiano a partir de duas questões: (i) o que está por detrás do sucesso econômico da Itália do pós-guerra até os anos 1990, em que o país passou de predominantemente agrícola para industrializado?, e (ii) porque o razoável esforço de P&D italiano da década de 1980 não resultou em alta competitividade da indústria italiana em produtos de alta tecnologia? O SNI italiano subdivide-se em dois subsistemas, a *rede de pequenas empresas* e o *subsistema baseado em P&D*; a dinâmica do primeiro é pautada por ciclos virtuosos entre distritos industriais e produtores de equipamentos, enquanto a dinâmica do segundo é caracterizada por políticas públicas insuficientes ou equivocadas e pelo afastamento dos pólos de produção científica das empresas, o que causaria um baixo nível endógeno de geração de oportunidades tecnológicas. Esta observação distingue a Itália dos outros países desenvolvidos e leva o autor a dizer que “não é preciso um sistema de P&D desenvolvido para se tornar um país rico” (MALERBA, 1993). A importância do *nacional* revela-se na histórica tradição artesanal e na alta competência da *rede de pequenas empresas*. A necessidade de se ir além do *nacional* deduz-se da importância da interação entre usuários internacionais e produtores nacionais. A heterogeneidade do SNI italiano levanta a questão: como é possível haver tamanha diversidade de desempenho setorial sob a influência das mesmas instituições nacionais? Conclui-se que o estudo sobre o SNI italiano reforçou a necessidade de uma **perspectiva setorial**.

O estudo revela elementos do SSI na agenda de pesquisa já em 1993. Na descrição do *subsistema baseado em P&D*, o autor descreve atores (grandes empresas e pequenas hi-tech), formas de interação (redes de cooperação verticais e horizontais, alianças), interdependências dinâmicas, importância das instituições (organizações a nível local e políticas a nível nacional), papel da demanda e geração endógena de oportunidades tecnológicas (interação entre a ciência básica/aplicada, gerando inovações); a análise do subsistema das *redes de pequenas empresas* traz a divisão de tarefas e a coordenação desterritorializada do sistema entre agentes nacionais e internacionais.

Fonte: elaboração própria

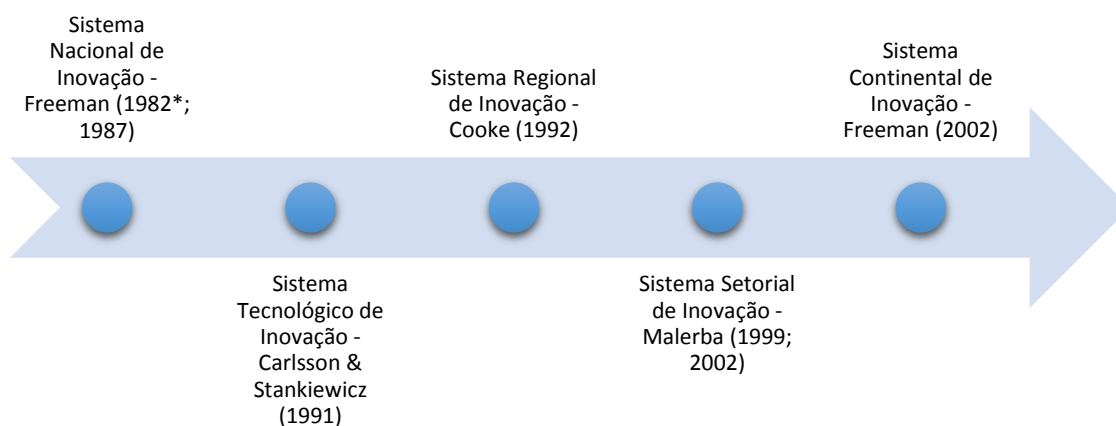
Segundo Albuquerque (2004):

“O resultado dessa rodada é uma demonstração da riqueza do conceito e sua capacidade de ampliar a capacidade de compreensão dos processos de desenvolvimento e das causas da estagnação tecnológica e econômica de vastas regiões do planeta” (ALBUQUERQUE, 2004:11).

O terceiro período de desenvolvimento do SNI tem início com a publicação de Freeman (1995), trazendo para o debate os temas de (i) comparação entre SNIs, (ii) a relevância dos SNI frente à globalização, (iii) relação entre SNI e *catching up* e (iv) articulação entre os principais componentes do SNI e inovações institucionais (ALBUQUERQUE, 2004:12). Este terceiro período coincide com o surgimento de variações do sistema de inovação, ilustradas na **Figura 3**. A heterogeneidade temática induz à heterogeneidade metodológica, refletida na emergência dos sistemas

tecnológicos de inovação (CARLSSON & STANKIEWICZ, 1991; CARLSSON, 1995) e dos sistemas regionais de inovação (COOKE, 1992; SAXENIAN, 1994).

**Figura 3 - Variantes do Sistema de Inovação**



\*1982 refere-se ao documento “Technological infrastructure and international competitiveness”, texto submetido ao grupo *ad hoc* em ciência, tecnologia e competitividade da OCDE, conforme Cassiolato e Lastres (2005).

Fonte: elaboração própria.

Independentemente do recorte, os sistemas de inovação têm de enfrentar alguns desafios metodológicos. Carlsson *et. al* (2002) elencam os seguintes desafios da abordagem sistêmica:

- Definir o nível de análise;
- Definir as fronteiras do sistema;
- Mensurar a performance do sistema

No sistema tecnológico de inovação (STI), o pesquisador pode optar pelo foco em uma tecnologia específica (um campo do conhecimento), um produto/artefato ou um grupo de produtos interrelacionados que sirvam a um propósito comum (CARLSSON *et. al*, 2002); no sistema setorial de inovação, é possível focar no sistema de inovação, no sistema de produção ou no sistema de distribuição, de acordo com a necessidade do pesquisador (MALERBA, 2002; 2004).

As fronteiras do sistema são de difícil demarcação. Embora o SNI, à primeira vista, não padeça desta problemática, as fronteiras são definidas em função dos agentes eleitos como relevantes arquetipicamente ou em função de dada atividade inovativa específica. Por exemplo, quais seriam as fronteiras do SNI brasileiro no que diz respeito

à nanotecnologia<sup>23</sup>? Quais instituições são incluídas e quais são excluídas do sistema? Esta seleção *ad hoc* expõe como opera o próprio método dos sistemas de inovação: investigações empíricas selecionam os atores relevantes e este “modelo” serve como comparação ou *benchmarking* para outros sistemas; mas o contexto sócio-histórico sempre determina quais atores compõem o sistema, seja ele nacional, tecnológico ou setorial. Este desafio metodológico se enquadra no argumento de Lundvall (2007:98), de que o SNI é construído por meio de *grounded theory*, isto é, estudos empíricos fornecem a base para a teorização, que por sua vez serve como um guia para novos estudos. A definição das fronteiras de um STI está imersa nesta mesma problemática. O pesquisador deve eleger o que está dentro de um campo tecnológico e o que está fora, a partir de aspectos técnicos e relações produtivas. A viabilidade deste procedimento depende da familiaridade do pesquisador com a tecnologia e de prévia análise empírica do campo em questão (CARLSSON *et. al*, 2002:239). Quanto ao SSI, já foi dito que a busca por “fronteiras ampliadas da indústria” foi um dos principais fatores que incentivaram sua formulação. A questão da definição das fronteiras torna-se ainda mais complexa quando o caráter dinâmico do sistema é considerado: novos atores entram, outros deixam o sistema, uma nova tecnologia torna uma antiga obsoleta e um produto substitui outro, alterando continuamente os elementos que compõem o SSI (MALERBA, 2002). Nem sempre os próprios proponentes do STI e do SSI conseguiram aplicar estes instrumentos analíticos coerentemente quanto as fronteiras do objeto estudado<sup>24</sup>:

“Malerba, for instance, defines sectors as demarcated by groups of closely related products, much in line with the conventional boundaries of ‘industries’, whereas the Swedish approach [...] sees technological systems as being defined by areas of technology. Neither are very purist about their (contrasting) definitions in reality — Malerba for example treats biotechnology as a ‘sector’ whereas it is evidently not a product area but a technology, and conversely the Swedish group admits product boundaries into its technological categories” (VON TUNZELMANN, 2009:5-6).

Finalmente, como mensurar a performance de um sistema de inovação? Esta questão é essencial, pois é a partir da mensuração da performance que é possível, por

<sup>23</sup> O mesmo raciocínio se aplica ao sistema regional de inovação (SRI).

<sup>24</sup> O problema da subjetividade na definição das fronteiras do setor talvez seja a causa principal de resistência a aderir à perspectiva setorial. O Manual de Oslo (2004), por exemplo, cita Malerba e a heterogeneidade da inovação em setores, mas no capítulo seguinte aborda a classificação das firmas por principal atividade econômica, isto é, pelo tradicional formato de “indústria” homogênea. Esta abordagem segrega firmas com *links* cruciais para a inovação, unidas pelo arcabouço setorial. Para mais detalhes sobre esta questão ver Dalziel (2007).

exemplo, elaborar políticas de inovação para a mitigação de problemas observados no sistema. Como os SNI não possuem um modelo ótimo (no sentido econômico de Pareto) é impossível, por meio da análise de um único SNI, avaliar o sistema. Utilizando comparações entre sistemas é possível arrazoar sobre a performance de um SNI específico<sup>25</sup> (PATEL e PAVITT, 1994; ALBUQUERQUE, 1996; EDQUIST, 2011). Procedimento semelhante é recomendado para os SSI (MALERBA, 2003; 2004). A mensuração da performance de um STI depende (i) do nível de análise selecionado e (ii) da maturidade do STI. Diversos indicadores – de geração de conhecimento, difusão de conhecimento e uso de conhecimento - devem ser combinados para se obter um quadro razoável da performance de um STI (patentes, aceitação regulatória, investimento realizado) (CARLSSON *et. al*, 2002:242-243).

A despeito destes desafios metodológicos, o número crescente de publicações relacionadas aos sistemas de inovação corrobora sua adequação para compreender os complexos padrões de interação entre atores privados, públicos e organizações de pesquisa em busca do desenvolvimento econômico (URIONA-MALDONADO *et. al*, 2012:990). O sistema setorial de inovação destaca-se dentro do conjunto maior de sistemas de inovação. A obra de 2002 de F. Malerba é o quarto documento mais importante do campo geral de “Sistemas de Inovação” (de uma base de 773 documentos indexados pela *Web of Science*) (URIONA-MALDONADO *et. al*, 2012). Além disso, o SSI é um dos campos da literatura de SI com maior potencial de crescimento<sup>26</sup>.

Estudos bibliométricos comprovam a popularização dos sistemas de inovação e sua difusão<sup>27</sup> (LIU *et. al*, 2015). Andersen *et al* (2000:15) afirmam que “há pouco espaço para dúvida de que o desenvolvimento recente mais significativo no campo de estudos de inovação são os sistemas de inovação”. Esta ampla difusão tem pontos positivos e pontos negativos. Os pontos positivos dizem respeito (i) à conscientização dos múltiplos fatores que influenciam a competitividade internacional e (ii) a

<sup>25</sup> Albuquerque (1996) elabora uma tipologia de SNIs: maduros, intermediários (*catching up*) e imaturos (ou sistemas de C&T).

<sup>26</sup> “Authors whose citations in recent years have grown considerably will probably have a profound impact on the future development of IS research. This consideration means that their work is worthy of more attention, because it may change the development direction of IS research. The most striking cases are Ron A Boschma, who developed evolutionary economic geography and contributed to the understanding of the territorial dimension of ISs, and Franco Malerba who worked on sectoral systems of innovation” (LIU *et. al*, 2015:151).

<sup>27</sup> “As of the end of August 2012, searches using the term “innovation system” and its variants in titles, abstracts or indexing terms identified more than 69,000 publications on Google Scholar, while topic searches for the same terms generated 1,565 records in the Web of Science (WoS). The number of publications relevant to IS research continues to grow explosively” (LIU *et. al*, 2015:136).

emergência da política de inovação para ocupar o lugar da política restrita à ciência ou à tecnologia (e mesmo à política industrial). Os pontos negativos dizem respeito ao mau uso do conceito, como a generalização de formas específicas de interação universidade – empresa ou políticas de inovação calcadas excessivamente em ciência e tecnologia (C&T) (LUNDVALL, 2007).

Mesmo o “bom” uso do conceito sucitou alguns problemas e limitações de sua aplicação. Teixeira (2014) conclue que apesar de ampla disseminação do uso do conceito entre pesquisadores e organismos nacionais e internacionais, não há um corpo teórico unificado. Soete *et. al* (2010) apontam para dois desafios que estão progressivamente erodindo o SNI: a economia de serviços e a internacionalização dos fluxos produtivos e do conhecimento. Mas talvez o maior desafio para o SNI seja, além de ser um arcabouço que propõem novos objetivos e novas justificativas para políticas de tecnologia e inovação, tornar-se também uma fonte de novas *ferramentas de política* para o desenho concreto de políticas públicas (SOETE *et. al*, 2010:1177). Isso requer a passagem – ou ao menos a combinação - de um método qualitativo para um método quantitativo<sup>28</sup>. Argumentaremos nos capítulos seguintes que o “passeio” do SNI para o SSI – ou seja, uma perspectiva multiescalar - é uma das formas de se instrumentalizar a abordagem sistêmica para a elaboração de políticas públicas. Também antecipamos que o SSI tem sido marcado pela tentativa deliberada de aperfeiçoar seus métodos quantitativos.

A maior aceitação e difusão dos sistemas de inovação não significa que o conceito tenha encontrado sua forma definitiva e padrão. Ainda há importantes desafios metodológicos que se colocam à frente dos futuros estudos baseados nos SI. A visão sistêmica não significa que tudo é importante, mas que existem certas interdependências cruciais relacionadas ao progresso técnico e ao crescimento econômico. Compreender melhor estas interdependências tornará a abordagem de sistemas de inovação mais eficiente em sua tarefa de embasar políticas públicas. A título de conclusão desta subseção, apresentamos os pontos mais relevantes dos sistemas de inovação:

#### 1) O processo de inovação coletivo, distribuído e co-evolutivo;

<sup>28</sup> “Innovation systems have become a phenomenon that is most often analyzed in a qualitative way, or using an indicators scoreboard approach. While this has been useful in reaching the conclusions outlined above, it is also clear that this approach has its limitations in terms of being able to reach concrete conclusions and concrete policy advice. It is one thing to reach the conclusion that institutions matter, but it is quite another to be able to suggest a concrete assessment of how institutional arrangements influence innovation performance, and by how much” (SOETE *et. al*, 2010:1177).



- 2) O destaque para o papel das empresas neste sistema;
- 3) A importância de inovações que sobrepassam os esforços de P&D;
- 4) Sua capacidade de justificar políticas de inovação mais amplas e difusas;
- 5) A centralidade da metodologia histórica;
- 6) As instituições são as regras de comportamento das organizações do sistema

### ***1.3 – Notas sobre Teoria Econômica Evolucionária***

Teorias evolucionárias não são exclusividade da economia. A maioria das pessoas provavelmente teve algum contato com a teoria evolucionária desenvolvida na biologia – mais especificamente no campo de genética – por Charles Darwin (1809-1882). Apesar desta associação coletiva do termo “teoria evolucionária” com a teoria darwiniana, outros campos possuem suas próprias teorias evolucionárias<sup>29</sup>. O relato mais compreensível sobre os elementos básicos que uma teoria deve ter para ser evolucionária está em Murmann (2003). Este autor baseia-se no trabalho de epistemologia evolucionária para esboçar os requerimentos básicos de uma teoria evolucionária (MURMANN, 2003:10, tradução própria):

**R1:** Unidades de Transmissão;

**R2:** Fontes de Variabilidade;

**R3:** Mecanismos de Transmissão;

**R4:** Processos de Seleção;

**R5:** Mecanismos de Isolamento

Qualquer teoria que contenha estes cinco elementos pode ser dita uma teoria evolucionária. **R1** seria a unidade que, através do tempo e do espaço, carrega as informações chave a partir das quais emanam as características/comportamento dos agentes. Sabemos que na biologia são os genes e veremos que na economia evolucionária as rotinas assumem esta função. **R2** diz respeito ao processo por meio do qual as informações inscritas na unidade de transmissão se modificam: mutação ou redefinição de rotinas. **R3** explica a forma com que a variabilidade que ocorreu previamente em uma unidade se espalha para uma população. Veremos que na economia evolucionária isto ocorre por meio da difusão. Os processos de seleção (**R4**) são o elemento mais conhecido – devido a popularização da “seleção natural” de

---

<sup>29</sup> “Evolutionary explanations have been applied to a diverse set of phenomena such as the development of the earth’s geological features, economic change, and the development of languages” (MURMANN, 2003:9). Dopfer e Potts (2008) também enfatizam a aplicabilidade da teoria evolucionária a diversas esferas do conhecimento.

Darwin – e que devem explicar como o meio impõem constrangimentos à variabilidade gestada no nível dos agentes (firmas, rotinas, organismos biológicos ou linguagens). O equivalente econômico é a seleção de mercado, mas não apenas. Finalmente, **R5** deve prover barreiras de isolamento entre populações distintas. No estudo de uma única população, este não é um elemento obrigatório. Mas quando se procura entender a evolução paralela de duas populações, é necessário algum mecanismo que impeça uma evolução homogênea entre os dois grupos (MURMANN, 2003:10-1). Veremos como a teoria econômica trabalhou cada um destes elementos para compreender a evolução de firmas e rotinas – populações – resultando em uma dinâmica que se manifesta nas características do conjunto – o setor.

Economistas evolucionários e neo-schumpeterianos são termos geralmente intercambiáveis. No entanto, há mais de uma corrente de economia evolucionária. O trabalho mais esclarecedor sobre as origens e diferenças entre as correntes da economia evolucionária é Witt (2008). Para qualquer campo do conhecimento, o autor defende que há três grandes níveis de auto-determinação: o nível ontológico, ou seja, a visão do que é composta a realidade; o nível heurístico, que define como fundamentar hipóteses e quais os caminhos válidos para tanto; e finalmente, o nível metodológico que proporciona as maneiras de investigação. A economia evolucionária estaria dividida em quatro correntes com posições distintas quanto à ontologia e à heurística. A metodologia, argumenta U. Witt, não dá o tom destas diferentes correntes – todas elas, apesar de discordar quanto à forma, concordam quanto à inclusão da história no método de teorização econômica (WITT, 2008).

O primeiro dos cortes se dá entre o monismo e o dualismo ontológico. Thorstein Veblen (1857-1929), o primeiro economista evolucionário, não identifica descontinuidades entre a esfera da realidade econômica e as outras esferas da realidade: social, biológica etc.. Ele é, portanto, o primeiro monista. Schumpeter, na TDE, se contrapõe a esta posição, ao identificar especificidades no campo econômico que o definem enquanto esfera separada das outras. Sua visão de mundo, portanto, é dualista. Esta visão de descontinuidade impossibilita a ciência econômica de trabalhar com temas como a influência da herança genética humana sobre o seu comportamento econômico. Os processos evolucionários econômicos e biológicos estariam, desta perspectiva dualista, em esferas não-comunicantes da realidade (WITT, 2008:550).

O segundo dos cortes se dá em termos de heurística. Como se conceitua a evolução em seu contexto econômico, quais os conceitos que podem ser empregados de maneira válida, quais os caminhos cognitivos válidos? Estas perguntas definem a heurística. Neste ponto, as correntes naturalista e schumpeteriana estão de acordo. Ambas não generalizam a teoria da evolução darwiniana para a economia e utilizam suas classes e conceitos explicitamente. Tanto a tradição baseada em Veblen, quanto a interpretação de Schumpeter, são a favor de conceitos *genéricos* de evolução. Parece haver, para os adeptos desta heurística, uma espécie de mecanismo evolutivo autônomo, livre de qualquer domínio do conhecimento: “Evolution” can thus be characterized generically - in a way that is not domain-specific - as a process of self-transformation whose basic elements are the endogenous generation of novelty and its contingent dissemination” (WITT, 2008:552).

A segunda posição heurística privilegia a analogia com a teoria evolucionária darwiniana. Os neo-schumpeterianos R. Nelson e S. Winter são seus mais conhecidos adeptos. Ao mesmo tempo em que compartilham com Schumpeter do dualismo ontológico, divergem de Schumpeter quanto à heurística do campo: encaram a analogia com os conceitos biológicos como frutífera. Como vamos explorar pouco mais à frente, as rotinas organizacionais foram interpretadas como os genes da teoria evolucionária de C. Darwin (1809-1882) – ou seja, como o elemento que contém a capacidade de mudar o sistema. Uma corrente em surgimento seria o “Darwinismo Universal”: o 1º quadrante da **Figura 4** extraída de Witt (2008). Além de aderirem à heurística da analogia com a biologia, são adeptos do monismo. No entanto, esta agenda de pesquisa pouco avançou até então. De acordo com Possas (2008), “Uma versão recente, mais extrema e mais abstrata dessa tendência é representada por autores que, como Hodgson, defendem a tese de um darwinismo universal para as ciências sociais, abrangendo em particular a economia” (POSSAS, 2008:298). O mesmo M. Possas argumenta contra o monismo ontológico devido à intencionalidade dos agentes econômicos e defende uma relação “analógica – e, ainda assim, sob restrições -, e não de subordinação a uma suposta “metateoria darwiniana” (POSSAS, 2008:298) entre a economia evolucionária e os pressupostos da evolução natural.

A agenda de pesquisa da economia evolucionária é dominada pelos neo-schumpeterianos, embora sua escolha ontológica limite o alcance e o escopo da teoria. De acordo com Witt (2008), o dualismo ontológico é uma barreira auto-imposta pelos

neo-schumpeterianos que os impede de desenvolver uma teoria mais abrangente, para além de uma alternativa à economia industrial e da tecnologia neoclássica. De fato, dentro da corrente neo-schumpeteriana, tentativas de se desenvolver uma teoria evolucionária macroeconômica, por exemplo, ainda são incipientes<sup>30</sup> (VERSPAGEN, 2002; POSSAS, 2008; FOSTER, 2011), para não mencionar a teoria do consumidor, do crescimento de longo prazo, da evolução institucional e da compatibilidade entre crescimento e sustentabilidade (WITT, 2008).

**Figura 4 - Quatro Combinações Ontológicas e Heurísticas da Economia Evolucionária**

		<i>ontological stance</i>	
		monistic	dualistic
<i>heuristic strategy</i>	generalized Darwinian concepts  (variation, selection, retention)	<b>Universal Darwinism</b>	<b>neo-Schumpeterians</b> (Nelson and Winter) <u>topics:</u> innovation, technology, R&D, firm routines, industrial dynamics, competition, growth, institutional basis of innovations
	generic concept of evolution  (novelty emergence & dissemination)	<b>naturalistic approaches</b> (Veblen, Georgescu-Roegen, Hayek, North) <u>topics:</u> long-run development, institutional evolution, production, consumption, growth & sustainability	<b>Schumpeter</b> (1912)

Fonte: extraído de Witt (2008: 555).

Apesar desta limitação, os neo-schumpeterianos dominam a agenda de pesquisa no campo da economia evolucionária (WITT, 2008). Nosso foco volta-se especificamente para eles, sua posição ontológica dualista e sua heurística análoga à teoria da evolução darwiniana. A economia evolucionária neoschumpeteriana consiste em uma teoria econômica alternativa à teoria econômica neoclássica. Hanusch e Pyka (2007) assim a definem: “Neo-Schumpeterian Economics deals with dynamic processes causing qualitative transformation of economies driven by the introduction of

<sup>30</sup> É interessante notar como estas aproximações com uma possível teoria macroeconômica evolucionária definem explicitamente sua posição de dualidade ontológica: “It is explained that complex economic systems are, at base, energetic in character but **differ from biological complex systems** in the way that they collect, store and apply knowledge” (FOSTER, 2011:7, grifo nosso).

innovation in their various and multifaceted forms and the related co-evolutionary processes” (HANUSCH & PYKA, 2007:280).

A microeconomia ortodoxa tem como pressupostos o comportamento maximizador dos agentes econômicos, o equilíbrio geral de mercado e a racionalidade dos agentes<sup>31</sup>. A microeconomia neoschumpeteriana, por ter como foco o processo de mudança, inclui em seus pressupostos o comportamento baseado em rotinas, o desequilíbrio dinâmico e a racionalidade limitada dos agentes. A diferenciação entre as duas linhas microeconômicas e a justificativa da perspectiva evolucionária abrem *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica* (NELSON & WINTER, 1982), considerado o marco fundador da “moderna economia evolucionária”. Vale reproduzir na íntegra as impressões de Possas (2008) sobre a corrente iniciada por Nelson & Winter (1982):

“Uma característica central dessa contribuição é a articulação, a meu ver bastante bem dosada, entre elementos extraídos – em princípio, por analogia – da biologia evolucionária e uma forte presença de ingredientes de teoria econômica que os autores denominam não-ortodoxos (não-neoclássicos), pelo abandono deliberado dos pressupostos tradicionais de maximização e de equilíbrio, em benefício de comportamentos e estratégias mais realistas sob incerteza e racionalidade limitada – com inspiração explícita em H. Simon –, gerando trajetórias em aberto e normalmente fora do equilíbrio” (POSSAS, 2008:281).

São diversas as tradições de pesquisa que colaboraram para a configuração desta corrente. A dinâmica industrial, principalmente a contribuição schumpeteriana, enfatiza os processos de mudança e, como o próprio nome atesta, está nas raízes dos estudos neoschumpeterianos; estudiosos das firmas/organizações e de seus mecanismos de decisão, como R. Coase, O. Williamson, E. Penrose e H. Simon, integram outra linha que influenciou a corrente neoschumpeteriana. A contribuição destes autores revela como (i) não pode haver agente racional como assumido pela microeconomia ortodoxa; (ii) as decisões da firma são guiadas por outras considerações além do lucro e (iii) a configuração atual da firma restringe suas possibilidades de escolha e de comportamento futuro, como a escolha entre crescer e diversificar-se (NELSON e

---

<sup>31</sup> Dopfer e Potts (2008) chamam atenção para o fato de que a micro neoclássica e evolucionária tem em comum o *individualismo metodológico*: em ambas, é o agente individual que altera as “regras” ou “rotinas” e as aplica, gerando valor neste processo. A semelhança, no entanto, acaba aí. Enquanto para a micro neoclássica existe uma “regra” imutável (do agente representativo racional), para a micro evolucionária existem muitas regras/rotinas que mudam constantemente (DOPFER, POTTS, 2008:21).

WINTER, 1982). Suas contribuições seriam cruciais para o desenvolvimento da noção de rotina organizacional, cujo papel na economia neoschumpeteriana é central.

Ainda no campo de estudos econômicos, os institucionalistas norte-americanos do início do século XX, como o já citado Thorstein Veblen, são frequentemente apontados como precursores das ideias evolucionárias. Como exposto, muitas ideias e hipóteses da corrente neoschumpeteriana são analogias retiradas da biologia. As rotinas das firmas são análogas aos genes, e o mecanismo de seleção de mercado é análogo à seleção imposta pelo meio ambiente. O mercado seria, portanto, o responsável pela seleção, pela determinação de quais variantes de determinada população (de firmas) sobrevivem e quais sucumbem. A variação, constrangida pelas rotinas de cada firma, seria um processo evolucionário de caráter Lamarckiano. Afinal, apesar de condicionada estocasticamente, o comportamento da firma também é condicionado pela sua intencionalidade, baseada em uma racionalidade limitada; ou seja, as possíveis variações que compõem a população de firmas são parcialmente determinadas pela intenção deliberada de seguir em uma certa direção (NELSON e WINTER, 1982:28). O campo de estudos de termodinâmica e de sistemas abertos constitui outra influência relevante, especialmente na modelagem do desequilíbrio dinâmico (SAVIOTTI e METCALFE, 1991).

De forma ampla e também de forma específica, a biologia serve como fonte de analogias à economia neo-schumpeteriana. Dentro da heurística de generalização das classificações da teoria da evolução darwiniana, é possível fazer paralelos, ilustrados pelo **Quadro 2**.

**Quadro 2 - A Analogia Biológica da Economia Neo-schumpeteriana**

<b>Biologia</b>	<b>Economia Neo-schumpeteriana</b>
Fenótipo	Firmas
Populações	Indústrias (mercado)
Genótipo (genes)	Rotinas organizacionais
Mutações	Inovações
Aptidão ( <i>fitness</i> )	Lucratividade

Fonte: elaboração própria, adaptado de Possas (2008)

Quais seriam os principais elementos da microeconomia neo-schumpeteriana? Eles podem ser delineados em três blocos:

- i. Rotinas organizacionais (**R1**): as rotinas definem em grande medida o universo potencial de uma firma, o que ela pode fazer e de que forma ela pode fazer (conhecimento tácito); as rotinas podem ser divididas em (i) “procedimentos operacionais padrão”, que, voltados para o curto prazo, consideram limitantes como o estoque de capital ou a capacidade de produção para definir o nível de produção da firma; (ii) “padrão de investimento” da firma, com uma visão de mais longo prazo, constrangida pelo nível de lucratividade da firma (bem como outros fatores) e (iii) os “processos deliberativos” da firma, ou como a firma define novos projetos de P&D, novas áreas de exploração comercial ou a revisão de suas próprias rotinas (DOSI e NELSON, 1994:161-162);
- ii. Mecanismos de busca (**R2**): estão intimamente ligados com o terceiro tipo de rotina, descrito como rotinas de “processos deliberativos”. Os mecanismos de busca são as formas pelas quais as firmas se engajam em gerar a variabilidade. Biologicamente, este é o momento da mutação. Na analogia da economia evolucionária, a geração de variabilidade é parcialmente randômica – estocástica – e parcialmente fruto da deliberação resultante da ação das rotinas pré-existentes. Assim tem de ser, se considera-se a incerteza associada a qualquer nova escolha técnica a ser adotada pela firma *pari-passu* à natureza *path-dependent*<sup>32</sup> do leque de escolhas possíveis baseadas nas rotinas da firma (NELSON & WINTER, 1982; DOSI & NELSON, 1994). Os mecanismos de busca, deve-se ressaltar, não são totalmente independentes do terceiro elemento, o *ambiente de seleção*: “As firmas focam suas atividades de busca em linhas de desenvolvimento promissor, cujo potencial depende do julgamento da firma sobre o ambiente de mercado. Comportamentos desenvolvidos desta forma incorporam-se à memória da firma, por meio de rotinas e práticas que posteriormente determinarão o comportamento futuro da firma” (SAVIOTTI & METCALFE, 1994:13);
- iii. Ambiente de seleção (**R4**): nos modelos desenvolvidos por Nelson & Winter (1982), o ambiente de seleção é o mercado. Nelson (1994) e Dosi e Nelson (1994) reconhecem que existem outros tipos de mecanismos de seleção e que,

---

<sup>32</sup> “In a cumulative technology, today's technical advances build from and improve upon the technology that was available at the start of the period, and tomorrow's in turn builds on today's” (DOSI & NELSON, 1994:167).

empiricamente, eles coexistem<sup>33</sup>. Setores regulados da economia geralmente são alvo de mecanismos de seleção extramercado, como Furtado mostra para o setor elétrico: “O arranjo institucional do pós-guerra caracteriza-se pela ascensão do poder do Estado no direcionamento da trajetória tecnológica do setor elétrico” (FURTADO, 2015:21). Já a seleção via mercado opera por meio da eliminação de empresas baseadas em rotinas não-lucrativas, fenômeno que reduz a variabilidade gerada pelas firmas nos seus processos inovativos (METCALFE, 1994:936). Uma vez que a variabilidade é destruída, ela precisa ser reintroduzida no sistema para que o processo de desenvolvimento não seja interrompido. Garantir a possibilidade de que as empresas – incumbentes ou entrantes – continuem gerando variabilidade é crucial para a renovação do ciclo (ANDERSEN *et. al*, 2000). No tocante à seleção via mercado, fatores como o nível de demanda ou a disponibilidade de fatores produtivos de dada indústria conformam um ambiente de seleção; para além disso, o comportamento dos concorrentes também tem influência sobre a percepção da firma do ambiente de seleção que a cerceia (NELSON & WINTER, 1982).

Andersen *et. al* (2000) também propõem três blocos síntese da “teoria da inovação” baseada na economia neoschumpeteriana. Eles seriam (i) a geração de variabilidade baseada no comportamento heterogêneo das firmas; (ii) mecanismos de seleção que excluem algumas das variedades geradas e enaltecem outras; e (iii) o *feedback* do mecanismo de seleção para a posterior geração de variabilidade, baseada então em novos parâmetros. O terceiro ponto fecha o elo entre geração de variabilidade e seleção, e diz respeito à natureza co-evolucionária da inovação. Um trecho de Andersen *et. al* (2000) ilustra bem o ponto da co-evolução:

“[...] the two central concepts in an evolutionary account of economic change are selective processes and developmental processes. These exist at different interacting levels and developmental processes themselves are often shaped by processes of selection. Where the one ends and the other begins becomes difficult to establish” (ANDERSEN *et. al*, 2000:17).

No contexto do trecho aludido, *developmental processes* refere-se ao mecanismo de geração de variabilidade pela firma. Portanto, o comportamento diferencial do

---

<sup>33</sup> “Sometimes, societies do directly select on technologies: for example, in many medical technologies it occurs through professional judgments based on the peer review system; somewhat similarly, procurement agencies in military technologies perform as direct selectors among alternative technological systems” (DOSI & NELSON, 1994:156).

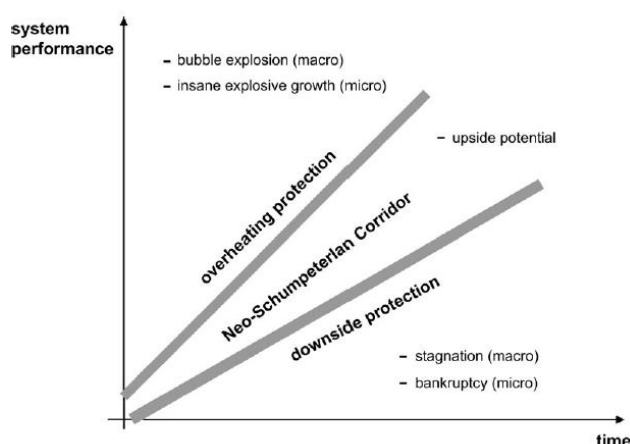


conjunto de firmas que compõem uma população será selecionado pelo mercado. O resultado desta seleção condicionará novos comportamentos possíveis daquela população – redefinida pela seleção. A co-evolução emerge como característica fundamental deste movimento cíclico, mas ela não explica *o que* mantém o comportamento diferencial das firmas ciclo após ciclo. É neste momento que a corrente neoschumpeteriana encontra-se com a literatura de sistemas de inovação.

Os processos de busca estão para a firma assim como a geração de variabilidade está para a população de firmas. Tais processos são constrangidos pelas rotinas de cada firma – idiossincráticas como já mencionado. As próprias rotinas são construídas mediante a interação da firma com suas rivais (pela competição), com organizações de pesquisa (pela cooperação), com consórcios industriais pré-competitivos (pela cooperação), com demandas específicas de instituições reguladoras (pela coordenação). As firmas e suas competências são construídas a partir de sua interação com o meio. Em outros termos, os processos de busca plausíveis para cada firma dependem de sua posição no sistema de inovação no qual ela está inserida. O sistema de inovação irá influenciar de maneira assimétrica as possibilidades de cada agente; consequentemente, ele é o grande responsável (i) pela manutenção da constante introdução de variabilidade, mantendo o sistema em não-equilíbrio e (ii) pelo comportamento diferencial das firmas, que constitui a base dos processos de geração de variabilidade (ANDERSEN *et. al*, 2000).

Estes microfundamentos evolucionários defendidos pelos neoschumpeterianos frutificaram e basearam uma crescente quantidade de estudos empíricos sobre o conhecimento, o progresso técnico e as transformações econômicas. No entanto, outras frentes da economia continuam sem respostas neoschumpeterianas convincentes. Hanusch & Pyka (2007) advogam por uma economia neo-schumpeteriana que teorize sobre a esfera financeira da economia e sobre o setor público. Em uma grande tentativa de síntese, os autores defendem um corredor neo-schumpeteriano que deveria ser perseguido em conjunto pela: (i) indústria, (ii) finanças e (iii) setor público. Este esquema interpretativo é esboçado pela **Figura 5**.

**Figura 5 - O “Corredor Neo-schumpeteriano” de desenvolvimento econômico**



Fonte: extraído de Hanusch & Pyka, 2007, pp.287.

A esfera industrial, como já enfatizamos, produziu, a partir dos microfundamentos e dos fatos estilizados e padrões identificados no nível meso, a maior parte da literatura neoschumpeteriana. A esfera financeira, tão enfatizada por Schumpeter (1932) como fundamental para o processo de desenvolvimento econômico baseado nas inovações, ainda carece de um arcabouço teórico neo-schumpeteriano. Hanusch & Pyka (2007) afirmam que o papel dos bancos centrais deve mudar em uma suposta política econômica para a esfera financeira baseada na economia neo-schumpeteriana: do mandato para manter a estabilidade dos preços, os bancos centrais deveriam explicitamente perseguir o crescimento sustentável da economia e o desenvolvimento econômico. De maneira mais geral, seria preciso impedir que a incerteza quanto aos empreendimentos arriscados direcionasse o crédito financeiro para operações de curto-prazo, que solapariam a criação de novas trajetórias tecnológicas e de novos negócios. A esfera do setor público deveria ter suas políticas econômicas voltadas para o desenvolvimento econômico baseado na inovação. Deste fato decorre que as políticas econômicas são orientadas para o futuro e devem lidar com a incerteza: incerteza sobre o valor do investimento em P&D, que deve ser incentivado pelo Estado; incerteza sobre qual trajetória tecnológica emergirá como dominante, deslocando muitos trabalhadores do mercado e exigindo políticas compensatórias; incerteza quanto as redes nacionais, regionais e internacionais que serão necessárias à circulação do conhecimento e desenvolvimento de novas indústrias (HANUSCH & PYKA, 2007).

A convergência destas três esferas econômicas sob a teoria neo-schumpeteriana deveria levar ao *desenvolvimento econômico baseado na inovação*, o crescimento

sustentado, sempre protegido de duas ameaças: da estagnação econômica e da hiperatividade econômica, cujos resultados são bolhas financeiras e crises. Apesar desta enunciação da utilidade – e mesmo necessidade – de uma teoria econômica neo-schumpeteriana *completa*, pouco é dito além disto. Hanusch & Pyka (2007) conseguem com sucesso demonstrar como faz falta ao mundo das ideias econômicas uma teoria neo-schumpeteriana que alcance as esferas macro e do setor público<sup>34</sup>; mas seu esforço não chega a proporcionar *insights* para além de uma desejada agenda futura de pesquisa.

Mesmo tendo em conta as limitações da economia neoschumpeteriana, seu arcabouço teórico elaborado desde Nelson & Winter (1982) permitiu o desenho de políticas industriais e políticas de ciência, tecnologia e inovação como não era possível até então, como exposto por Metcalfe (1994) e Cantner e Pyka (2001). Foram superadas as políticas baseadas apenas em falhas de mercado, ao se incluir as assimetrias nos fluxos e no acesso ao conhecimento pela população de firmas. A política tecnológica baseada nos pressupostos evolucionários não deve buscar otimizar uma função objetiva (benefício social), mas estimular a introdução e difusão de aprimoramentos tecnológicos, seja por meio de atividades que consideram como dada a fronteira tecnológica (pelo desenvolvimento de objetos ou artefatos específicos, apoio à tecnologias maduras, apoio à firmas, apoio à difusão), seja por meio de políticas que buscam expandir a fronteira (fomentando a base científica e incentivando sua pervasividade, apoiando tecnologias emergentes, incentivando a criação de novos conhecimentos) (METCALFE, 1994).

A perspectiva neo-schumpeteriana (e a economia evolucionária em sentido *lato*) é a mais adequada para se procurar entender e explicar os processos de co-evolução entre a estrutura econômica e a sua base tecnológica; consequentemente, para entender e explicar a mudança econômica: “One can even state that, without applying the Neo-Schumpeterian perspective, the complex phenomena of economic development remain nebulous, as they are inaccessible to other schools of economics” (HANUSCH & PYKA, 2007:279). Suas lacunas vêm sendo progressivamente endereçadas pelos evolucionistas, que procuram construir uma teoria aderente à realidade e ao mesmo

---

<sup>34</sup> O SNI assumiu para si a responsabilidade de articular as decisões de política e alteração do panorama macroeconômico levando em consideração a teoria aqui descrita. No entanto, como visto na sub-seção anterior, críticas sobre sua robustez teórica e instrumentalidade na formulação de políticas públicas abundam: “The failure of the NSI studies approach in achieving an improved ‘internal methodological consistency’ will result in ill-defined policy design and evaluations in this area” (TEIXEIRA, 2013:211).

tempo capaz de fornecer ferramentas para explicar e transformar a estrutura econômica, como sinteticamente observado por J.S. Metcalfe: “[...] indeed it is not farfetched to say that evolutionary economics is the economics of an imperfect, and from the conventional point of view, inefficient world” (METCALFE, 1994:933).

## Capítulo 2 – Genealogia do Arcabouço Conceitual do Sistema Setorial de Inovação

Este capítulo investiga o processo de construção do arcabouço conceitual do SSI e suas aplicações/objetivos implícitos e explícitos. A metodologia empregada para tanto consiste na (i) a revisão da produção científica de F. Malerba – o autor que sistematizou o conceito, (ii) identificação de elementos recorrentes neste conjunto de estudos, (iii) divisão da produção científica deste autor em três fases e, finalmente, (iv) contextualização desta produção científica na agenda de pesquisa dos estudos de inovação.

Franco Malerba é um dos principais economistas evolucionários e um dos pesquisadores mais influentes da área de economia da inovação – o que pode ser atestado pelo seu currículo, que inclui, entre outras posições, a presidência da *International Schumpeterian Society*; inúmeros projetos financiados no âmbito da União Européia coordenados por ele; e pelo impacto que suas publicações apresentam neste campo de estudos. No sub-campo de sistemas de inovação, F. Malerba foi recentemente classificado como um dos autores cujo trabalho tem potencial para alterar a direção seguida pela comunidade de pesquisa (LIU *et. al*, 2015).

Seus trabalhos, no entanto, vão além dos sistemas de inovação. Ele tem contribuições importantes com relação à diversificação tecnológica das firmas (BRESCHI *et. al*, 2003) e as suas estratégias de inovação (MALERBA & ORSENIGO, 1993); a definição e investigação do conceito de *regimes tecnológicos* (MALERBA & ORSENIGO, 1997; BRESCHI *et. al*, 2000); bem como novos modelos de simulação computacional para estudo da evolução setorial (MALERBA *et. al*, 1999; MALERBA *et. al*, 2016). Sua competência, como economista industrial, também lhe permitiu analisar indústrias específicas, como a indústria de semicondutores que foi tema de sua tese em Yale (MALERBA, 1983; MALERBA, 1985b), a indústria micro-eletrônica (MALERBA, 1987) e a indústria de computadores (BRESNAHAN & MALERBA, 1999).

Apesar da grande extensão do seu trabalho, pretende-se focar aqui apenas em um conceito: o Sistema Setorial de Inovação (SSI), difundido principalmente na obra de 2002. Argumenta-se que o SSI é o fio condutor de todo o trabalho de F. Malerba, podendo ser identificado em seus primeiros estudos, ainda na obtenção do seu *Ph.D* em Yale. As versões formalizadas do SSI que surgem anos depois foram refinadas ao longo

de extensivo trabalho em várias frentes – frentes estas que se agregam em uma agenda de pesquisa que busca elucidar o processo de dinâmica setorial.

Ao se caracterizar o SSI como uma postura entre ontológica (que pauta o que se considera como a realidade da economia) e heurística (que pauta quais as indagações pertinentes e os caminhos razoáveis para elucidá-las)<sup>35</sup>, deixa de causar espanto ao observador que as metodologias a ele associadas possam variar. As transformações na apresentação do SSI e o aprimoramento progressivo de sua metodologia refletem o estado “em construção” de sua estrutura positiva/científica, ainda que a estrutura normativa mantenha-se relativamente estável. Cabe, portanto, qualificar o SSI como uma “agenda de pesquisa” em andamento, cujos resultados empíricos funcionam como *feedbacks* para corroborar ou contrariar algumas assunções sobre a dinâmica mesoeconômica.

Acredita-se ser relevante elucidar tais elementos que compõem a estrutura normativa e determinam a heurística do SSI perante a realidade dos fatos econômicos. O uso do arcabouço – e o manejo de suas limitações – não podem ser dissociados da visão específica de seu formulador. Na primeira sub-seção, define-se SSI e seus elementos; na segunda sub-seção, investiga-se a visão de F. Malerba sobre a dinâmica mesoeconômica que sustenta a estrutura normativa do SSI; e na terceira sub-seção, realiza-se a divisão do trabalho científico de F. Malerba em três fases metodologicamente distintas, mas semelhantes em sua visão da mesoeconomia.

## **2.1 – Definição do Objeto “Sistema Setorial de Inovação”**

*Sectoral Systems of Innovation and Production* (MALERBA, 1999) é exposto na conferência DRUID de 1999. O autor reconhece que o *paper* é resultado do projeto TSER – ESSY (Sectoral Systems in Europe: Innovation, Competitiveness and Growth). Financiado pelo Targeted Socio-Economic Research Programme (TSER) da comissão da União Europeia sob o esquema de *cost-sharing contracts*, o projeto resultou do esforço combinado de dez centros de pesquisa europeus, coordenados por F. Malerba entre 1999-2001. Este projeto foi importante para a difusão da perspectiva setorial no meio acadêmico de estudos da inovação e organização industrial: das cinco universidades/centros de pesquisa que posteriormente mais citaram Malerba (2002), três participaram do ESSY, como aponta a **Tabela 1**. Os objetivos do projeto eram: (i)

---

<sup>35</sup> Adaptamos estas definições de ontologia e heurística de Witt (2008).

construir uma metodologia de pesquisa baseada nos sistemas setoriais; (ii) compreender o funcionamento e a evolução de seis setores europeus relevantes; (iii) estudar os determinantes da performance europeia nestes seis setores; e (iv) desenvolver novas opções de políticas públicas a partir deste arcabouço (EU SOCIO-ECONOMIC RESEARCH, 2002).

**Tabela 1 - Origem Institucional das Citações a *Sectoral Systems of Innovation and Production* (MALERBA, F.)**

Universidade/Centro de Pesquisa	% das citações de Maleba (2002)
EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECH.	4,07
<b>BOCCONI UNIVERSITY</b>	3,62
LUND UNIVERSITY	3,39
<b>UNIVERSITY OF MANCHESTER</b>	3,39
<b>UNIVERSITY OF SUSSEX</b>	2,94

Fonte: *Web of Science*

A despeito da importância do projeto para a difusão e mesmo para o aprimoramento do conceito, o SSI já estava formulado no início do ESSY (1999-2001). O autor argumenta que o trabalho tem um objetivo metodológico e conceitual: “It aims to propose a way to describe a sector, identify the major variables and the main factors affecting structure, agents’ heterogeneity and change” (MALERBA, 1999:3). Ao propor uma “forma de descrever um setor”, o autor retoma a problemática de Malerba e Orsenigo (1996b) de redefinir as fronteiras ampliadas da indústria. A redefinição ocorrerá por meio da superação das fronteiras tradicionais da indústria, como encarada pelos estudos tradicionais de Organização Industrial (e aqui *indústria* e *setor* são utilizados sem distinção).

Na tradição da Organização Industrial, brevemente recuperada no capítulo 1, as fronteiras setoriais seriam delimitadas como estáticas, ao passo que a perspectiva do SSI pretende olhar para as “fronteiras reais” do setor, definidas em termos de *links* e complementaridades de *inputs* e de demanda. Isto quer dizer que pode haver interação para a inovação entre dois setores no caso de um fornecer *inputs* para outro; ou de que as fronteiras do setor podem sofrer um alargamento repentino derivado da emergência de um novo nicho de demanda; ou de que os produtos finais de dois setores distintos passam a ser demandados em conjunto pelo consumidor final. As “fronteiras reais” do setor não pretendem marcar uma linha setorial estanque. Elas pretendem chamar a atenção para os fatos estilizados que fazem com que as fronteiras estejam permanentemente em transformação. Não se descarta o papel da demanda pelo produto

setorial nem da tecnologia na definição do setor e das suas firmas; apesar disso, novos elementos são propostos: conhecimento, heterogeneidade dos atores e complementaridades (MALERBA, 1999:7).

O objetivo de se construir uma visão de indústria com fronteiras ampliadas – ou fronteiras reais – se traduz nos elementos fundamentais do SSI. Em Malerba (1999), os elementos fundamentais (ou *building blocks*) são tantos que torna-se difícil visualizar o setor e mais difícil ainda compreender a interação e a dinâmica daqueles elementos. O **Quadro 3** ilustra como os elementos fundamentais do SSI foram sintetizados ao longo do tempo, de forma que de sete elementos iniciais (MALERBA, 1999) eles acabam resumidos em três (MALERBA, 2004).

**Quadro 3 - Os Elementos Fundamentais do Sistema Setorial de Inovação em três momentos**

MALERBA (1999)	MALERBA (2002)	MALERBA (2004)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos setoriais</li> <li>• Conhecimento</li> <li>• Heterogeneidade dos Agentes</li> <li>• <i>Links</i> e Complementariedades</li> <li>• Instituições e Organizações</li> <li>• Relações entre agentes</li> <li>• Dinâmica e Transformação do SSI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de conhecimento e processo de aprendizado</li> <li>• <i>Links</i> e complementaridades dinâmicas entre <i>inputs</i>, tecnologia e demanda;</li> <li>• Interações entre firmas e organizações;</li> <li>• Instituições;</li> <li>• Processos de geração de variabilidade e seleção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento e Tecnologia;</li> <li>• Atores e redes;</li> <li>• Instituições</li> </ul>

Fonte: elaboração própria a partir de Malerba (1999; 2002;2004).

Muitos trabalhos que se apóiam no SSI descrevem (como um mapeamento) os atores ou organizações que compõem um suposto sistema setorial de inovação<sup>36</sup>, sem nenhuma alusão ao seu padrão (ou falta de padrão) de transformação. Embora o mapeamento do sistema seja um passo inicial fundamental, um SSI sempre deve ser

<sup>36</sup> De Negri & Squeff (2016), por exemplo. Não contesta-se o mérito e as contribuições importantes do trabalho, mas cumpre ressaltar que ao utilizar “Sistema Setorial de Inovação” para descrever os atores de infraestrutura de pesquisa presentes no território nacional, desenha-se uma concepção estática do setor, de perspectiva componentista. O desenho descritivo dos agentes do SSI é importante, mas seu objetivo é a compreensão da dinâmica setorial.



encarado como um filme, nunca como uma foto<sup>37</sup>. O mapeamento de atores ou redes em um dado período de tempo revela quais os elementos – naquele período – são importantes para a produção de um produto setorial específico. No entanto, o olhar sobre o produto setorial não revela a pergunta que está por detrás de todo SSI: como e para onde este sistema *evolui*? É essencial manter em mente que o arcabouço foi elaborado com vistas ao estudo da dinâmica setorial, como é enfatizado por Malerba (1999; 2002; 2004). O produto (ou conjunto de produtos) setorial foi por algum tempo o “princípio organizador fundamental” do SSI e esteve no cerne de suas primeiras definições, expostas no **Box 2**.

### **Box 2 - Definições de Sistema Setorial de Inovação (SSI)**

Em pelo menos três documentos há uma definição de SSI:

- 1) "A sectoral system of innovation and production is composed by the set of heterogeneous agents carrying out market and non-market interactions for the generation, adoption and use of (new and established) technologies and for the creation, production and use of (new and established) products that pertain to a sector ("sectoral products")." (MALERBA, 1999:4);
- 2) "A sectoral system of innovation and production is a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products. A sectoral system has a knowledge base, technologies, inputs and an existing, emergent and potential demand." (MALERBA, 2002:250);
- 3) "A sector is a set of activities that are unified by some related product group for a given or emerging demand and that share some basic knowledge [...] it is proposed that a sectoral system of innovation (and production) is composed of a set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of sectoral products. Sectoral systems have a knowledge base, technologies, inputs and (potential or existing) demand." (MALERBA, 2004: 9 – 10).

Apesar disso, o produto setorial raramente recebe atenção. A atenção recai sobre a população de atores que compõem um SSI – com atenção redobrada para o protagonismo das firmas. O produto setorial não recebe atenção exatamente porque, durante o processo de inovação, ele pode se transformar tão radicalmente que pode até deixar de existir. Por esta razão, a última e definitiva definição do setor – e consequentemente do SSI – considera o “conjunto de atividades unificadas em torno de um grupo de produtos para atender uma **demand**a existente ou emergente” (MALERBA, 2004) como o princípio organizacional fundamental.

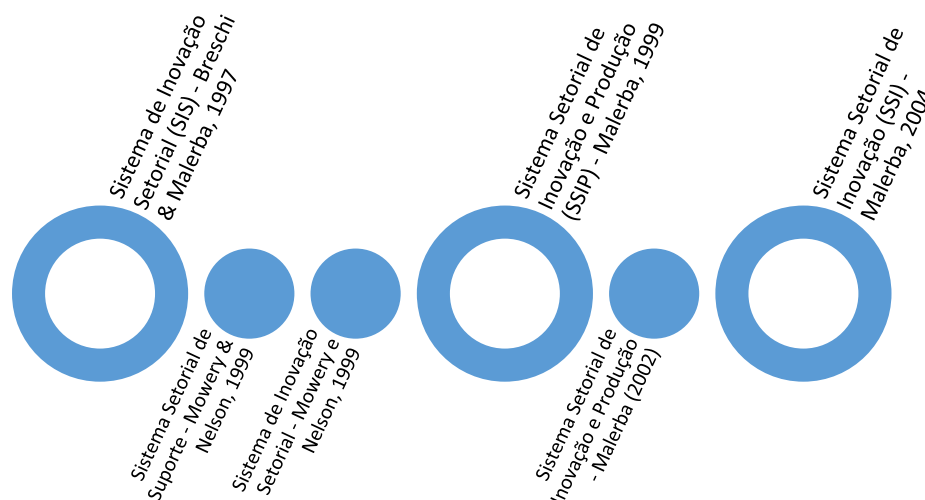
<sup>37</sup> Desde os primeiros trabalhos de Franco Malerba, a perspectiva é dinâmica, de evolução industrial: “Attention is focused on the changes, rather than on the continuities [...]” (MALERBA, 1983:22).

A demanda setorial existente ou emergente unifica a população de firmas em torno de um objetivo comum: lucrar por meio da satisfação daquela demanda em um ambiente competitivo. De acordo com Dalziel (2007), encarar a demanda como o princípio organizador setorial faz muito mais sentido do que, por exemplo, encarar uma indústria como uma coleção de firmas que produz o mesmo produto pelos mesmos processos. É a interação cooperativa entre agentes heterogêneos – fornecedores de componentes, de serviços e integradores sistêmicos – visando sanar uma necessidade específica, que agrega firmas numa cadeia de complementaridade, pela qual ocorrem inclusive avanços tecnológicos<sup>38</sup> (DALZIEL, 2007:1563–1564). Este princípio organizativo parecia não estar totalmente claro em Malerba (1999; 2002): o autor colocava tanto o produto setorial como a própria coleção de atores que interage para produzi-lo como definidores do SSIP. A confusão fica ainda maior quando Malerba (1999; 2002) inclui sob o mesmo guarda-chuva conceitual ambas as atividades – a produtiva e a inovativa – muito embora a literatura precedente reiterasse as diferentes competências atreladas a cada uma delas (BELL e PAVITT, 1993). Deve-se reconhecer que o autor sublinhava a possibilidade de se trabalhar separadamente com cada um dos sistemas – apenas o sistema setorial de produção, ou o sistema setorial de distribuição – uma divisão analítica conveniente. No entanto, o Sistema Setorial de Inovação e Produção (SSIP) de Malerba (1999; 2002), logo foi abandonado nas formulações seguintes, dando lugar ao Sistema Setorial de Inovação (SSI) de Malerba (2004), concluindo um longo período de aprimoramento do conceito. Esta evolução é esquematizada pela **Figura 6** abaixo.

---

<sup>38</sup> Não há como enfatizar o suficiente a importância desta definição do setor baseada na demanda. Ela levanta pontos para se pensar, por exemplo, quais os elementos que geram endogenamente evolução econômica. Schumpeter (1939) elenca a mudança nos gostos (a demanda), o crescimento e a inovação. Mas a demanda viria a reboque do último elemento, a inovação, cuja perspectiva do autor naquele trabalho é enviesada para o lado da oferta (a elaboração de uma nova função de produção sendo equivalente à inovação). Ele menospreza a demanda, justamente porque considera a demanda das famílias. A demanda fundamental é a intersetorial. Mudanças na demanda de *inputs* devem ser tratadas como uma das principais fontes de evolução industrial e econômica no geral. É por esta razão que, muito mais tarde, Malerba *et. al* (2016) colocam o regime de demanda ao lado do regime tecnológico em importância.

**Figura 6 - Evolução do Arcabouço Conceitual Setorial (1997 – 2004)**



Fonte: elaboração própria.

O foco exclusivo na esfera inovativa permitiu um aprimoramento com maior rigor e a definição de quais elementos eram fundamentais para tal processo no nível da indústria. Foi assim que, da primeira formulação do SSI (MALERBA, 1999) para a terceira (MALERBA, 2004), o número de blocos fundamentais (*building blocks*) do sistema caiu de sete para três (**Quadro 1**). Por outro lado, o afastamento do sistema produtivo traz consequências: é possível haver produção sem inovação, tanto na prática quanto teoricamente (como Schumpeter (1934) exemplifica pela lógica de seu fluxo circular); mas seria possível haver inovação sem produção? Na prática, a resposta seria negativa (ainda que seja possível argumentar que a divisão do processo inovativo criou uma nova estrutura de governança de cadeias nas quais alguns inovam e outros produzem – mas ainda assim, a inovação visa uma produção a jusante na cadeia); mas quais as consequências disto para a teorização? Seria possível, mas perde-se muito em relações causais que partem da esfera produtiva para a esfera inovativa. Como os próprios estudos empíricos da economia da inovação demonstraram, boa parte (em alguns setores, a maior parte) da inovação ocorre fazendo, usando e interagindo (*doing, using, interacting* – DUI) (JENSEN *et. al*, 2007) - ações que são parte do processo de produção industrial. O SSI tenta capturar essa influência via regime tecnológico – seu sub-conceito que considera, entre outros fatores, as fontes de oportunidades tecnológicas (se a partir da ciência ou da prática cotidiana) – definindo a partir daí quais padrões de inovação são esperados para determinado setor/indústria. Contorcendo-se, o

SSI ainda guarda, portanto, pontos de contato com a produção – mas apenas aqueles que importam para a mudança da própria produção via inovação.

Optamos por detalhar os elementos fundamentais do SSI como propostos em Malerba (2004), em função de seu grau de desagregação dos elementos fundamentais em apenas três blocos síntese: a base de conhecimento e os processos de aprendizado; os atores e suas redes; as instituições.

### 2.1.1 - Conhecimento e Tecnologia

Os setores não evoluem aleatoriamente. Como será apresentado nas próximas seções, o pensamento de F. Malerba é marcado profundamente pela literatura estruturalista (DOSI, 1984), que explica os padrões de evolução industrial a partir de condicionamentos impostos pelos processos de aprendizado, que por sua vez dependem da natureza da base de conhecimento que sustenta aquele setor/classe tecnológica. Esta característica estruturalista aplica-se não apenas aos setores industriais, mas a todo e qualquer setor do tecido econômico que tenha uma determinada base de conhecimento e um corpo de tecnologia ligado à ela, como ressaltam Lundvall *et. al* (2009):

“There is great potential in comparing sectoral innovation systems and analysing the potential for learning and competence-building in different sectors, including not only activities from agriculture and manufacturing, but also from service sectors. Such studies should also take into account knowledge-related linkages established between sectors” (LUNDVALL *et. al*, 2009:17).

Identificar qual a base de conhecimento de um setor talvez seja o primeiro passo para o seu estudo. O estabelecimento do arcabouço do SSI não foi acompanhado de uma tipologia setorial nem de padrões setoriais de inovação (até recentemente), em função da importância atribuída à história e ao legado de cada setor. No entanto, no que se refere apenas ao regime tecnológico que sustenta o setor, diversas tipologias foram propostas (MALERBA e ORSENIGO 1995; BRESCHI *et al*, 2000) como será apresentado adiante.

As conclusões que foram obtidas a partir de sua análise podem ser transpostas para o SSI: níveis altos de oportunidades tecnológicas levam a setores mais turbulentos (mais entrantes e mais saídas); alto nível de apropriabilidade leva a uma concentração industrial maior, menor número de inovadores em função da menor quantidade de *spillovers*; altos níveis de cumulatividade no nível setorial levam a um setor com alta estabilidade de inovadores, devido à contínua manutenção da vantagem dos líderes

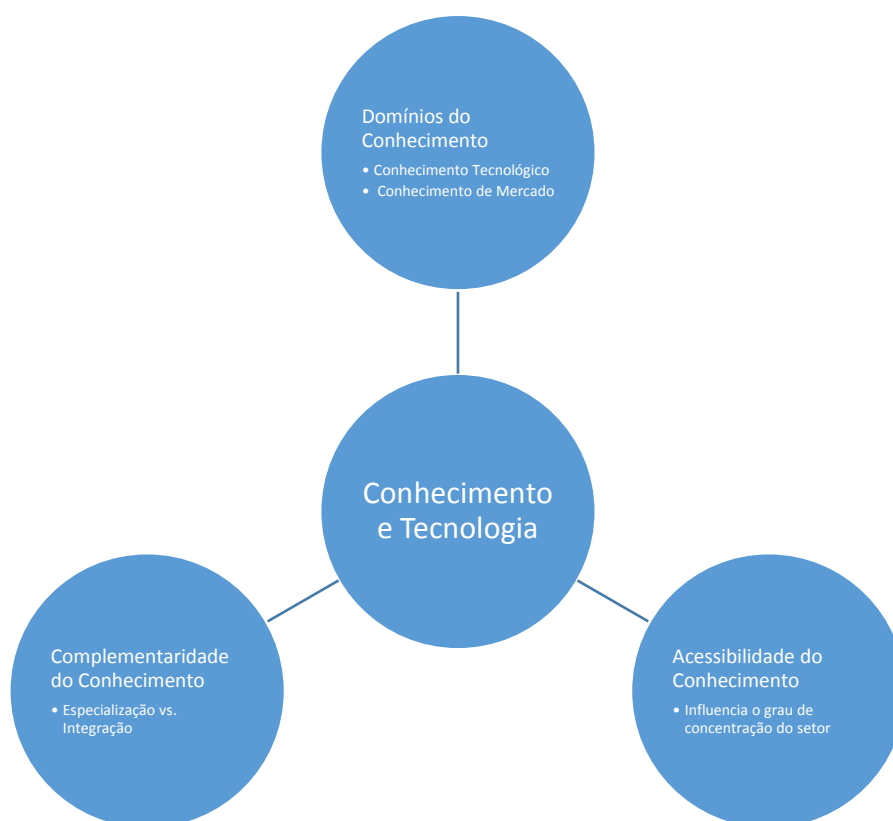
tecnológicos, que progressivamente ampliam e aprimoram suas capacidades tecnológicas e inovativas (MALERBA e ORSENIGO, 1996; BRESCHI *et. al*, 2000). Embora as análises empíricas tenham encontrado similaridade setorial internacional no que diz respeito à cumulatividade e apropriabilidade, as oportunidades tecnológicas são mais heterogêneas<sup>39</sup>. De forma geral, podemos dizer que a base de conhecimento referente ao domínio da tecnologia era o principal objeto de análise dos regimes tecnológicos. Existe, entretanto, pelo menos mais um domínio de conhecimento: o do mercado. O conhecimento do mercado – ou da demanda<sup>40</sup> – pode ser tão ou mais importante do que o domínio do conhecimento tecnológico. Como será apresentado à frente, Capone *et. al* (2013) vão propor *regimes de demanda* e buscar compreender como eles se acoplam aos regimes tecnológicos. Malerba *et. al* (1999), a partir de um modelo computacional, encontraram evidências de que descontinuidades de demanda tornaram mais difícil para os incumbentes manter sua liderança do que descontinuidades tecnológicas, que são superadas por meio do *lock-in* de mercado do qual desfrutam. Em linhas gerais, a base de conhecimento é subdividida nas seguintes dimensões, esquematizadas na **Figura 7**: domínios do conhecimento (que podem incluir regimes tecnológicos ou de demanda); acessibilidade do conhecimento (se disponível intrasetorialmente enseja a difusão; se disponível extra-setorialmente, enseja oportunidades para novos entrantes); e a complementaridade do conhecimento (baseada nas capacidades da firma, pode incentivar, graças a modularidade, maior ou menor especialização) (MALERBA & ORSENIGO, 2000).

---

<sup>39</sup> “The ability to generate and exploit opportunity conditions seems less similar across countries. This ability is related to the presence of natural innovation systems: the level and range of university research, the presence and effectiveness of science–industry bridging mechanisms, vertical and horizontal links among local firms, user–producer interaction and the types and level of firms’ innovative efforts” (MALERBA, 2002:253).

<sup>40</sup> “A different type of domain of knowledge concerns applications, users and demand. Firms may learn the main characteristics of users over time and develop competencies that are related to the specific features of consumers and demand. A change in demand, users and applications represents a change in the context in which firms operate and may favour the entry of new firms rather than the success of established ones” (MALERBA e ORSENIGO, 2000:306).

**Figura 7 - As dimensões do conhecimento e da tecnologia**



Fonte: elaboração própria, baseada em Malerba & Orsenigo (2000).

### 3.1.2 – Atores e Redes

Os atores do SSI são divididos em firmas e organizações. O variado número de atores, qualitativamente diferentes, reflete a ampliação das fronteiras da indústria. A **Figura 8** ilustra a variedade de atores considerados endógenos ao SSI. Para Andersen *et. al* (2000), entender as redes e os mecanismos de interação existentes no sistema é compreender o próprio sistema.

**Figura 8 - Agentes do sistema setorial de inovação e produção**



Fonte: adaptado de Malerba (2002)

Este rol de atores interage via mercado, mas não apenas. As formas de interação são divididas em (i) interações de mercado e (ii) interações extramercado. Os tipos de interação que conformam as redes listados por Malerba (2002) são:

- Troca e competição (mercado);
- Cooperação formal e interação informal (extramercado) entre firmas ou entre firmas e organizações;
- Cooperação formal e informal entre firmas (extramercado)

As interações extramercado surgem em função de complementaridades entre as firmas ou entre firmas e organizações. Além disso, cada setor exibe um padrão característico de interação, formando um tipo de rede. Estas redes formam uma estrutura setorial, que vai além do significado de estrutura de mercado: indica os padrões setoriais de interação – as redes – entre os agentes. Malerba (2002) afirma que haveria uma estabilidade nesta estrutura setorial, enquanto Andersen *et. al* (2000) vêem nas redes de conhecimento uma natureza eminentemente volúvel: o novo conhecimento gerado pela rede alteraria as percepções dos agentes sobre as oportunidades de interação, mudando desta forma a configuração da rede, mais intensamente quanto mais radical for o conteúdo do conhecimento gerado.

As redes são objeto de análise em Malerba e Vonortas (2009). Os autores colocam como um dos objetivos centrais das redes a definição das “fronteiras reais da indústria”, demonstrando como a análise de redes está ligada à temática da evolução industrial. Além de identificar três tipos gerais de redes – científicas, tecnológicas e alianças – os autores as identificam como lócus de inovação: aglomerações privilegiadas que permitem a determinados atores participar do processo de inovação, ao mesmo tempo em que excluem determinados atores deste processo. As redes ainda seriam específicas ao setor analisado, condicionando as possibilidades de evolução setorial, sua taxa de inovação e seu direcionamento. As redes são, por assim dizer, a própria estrutura do SSI, ou a forma mais concreta de se analisar um sistema (MALERBA e VONORTAS, 2009).

F. Malerba sempre fez questão de ressaltar como o arcabouço conceitual do SSI não deveria ser uma camisa de força (*straitjacket*) (MALERBA e MANI, 2009:4), permitindo assim diversas metodologias de investigação. Isto tanto permite a realização de investigações a partir de diversas perspectivas – o que enriquece a discussão sobre

inovação e evolução industrial – quanto pode deixar os investigadores sem referências. Para oferecer um norte, ao menos quanto aos atores do SSI, Oyelaran-Oyeyinka e Rasiah (2009:28) propõem uma lista de perguntas relevantes para se estudar os atores do SSI (ainda que seja uma lista tendenciosa ao estudo do *catching up*):

- Quais são os atores do SSI?
- Eles são atores públicos ou privados?
- Qual o papel de pequenas empresas e organizações no planejamento e na política desenvolvida para o setor?
- Há divisão de papéis entre as agências públicas relevantes para o setor?

### 3.1.3 – Instituições

Não pretendemos entrar aqui na discussão do (neo)institucionalismo, mas apenas ressaltar alguns pontos relevantes para a operacionalização das instituições no nível setorial. Coriat e Weinstein (2004) diferenciam instituições em dois tipos: as que proveem regras e as que proveem recursos. Sua definição de instituições econômicas em economias de mercado é: “the set of social constructs constituted of organizations and systems of rules designed to provide agents with the intangible resources as well as some of the basic tangible resources required to coordinate their actions” (CORIAT & WEINSTEIN, 2004:331). Três grupos de instituições são relevantes para a inovação (e incluem tanto provedores de regras como de recursos): regimes de propriedade intelectual e modos de apropriabilidade; o sistema financeiro e o sistema educacional/trabalho. Utilizando amplas categorizações para estes três grupos, os autores definem arquétipos de SNIs, a partir da complementaridade entre os grupos. O sistema resultante seria condutivo de certos tipos de setores e não de outros.

Lundvall *et. al* (2002) definem três dimensões institucionais<sup>41</sup>: horizonte de tempo dos agentes, o nível de confiança no comportamento de terceiros e o *mix* de racionalidade. Estas dimensões podem estar corporificadas em instituições formais como leis, regime de propriedade intelectual, leis de governança corporativa e regulações específicas ao mercado de trabalho (LUNDVALL *et. al*, 2002:220).

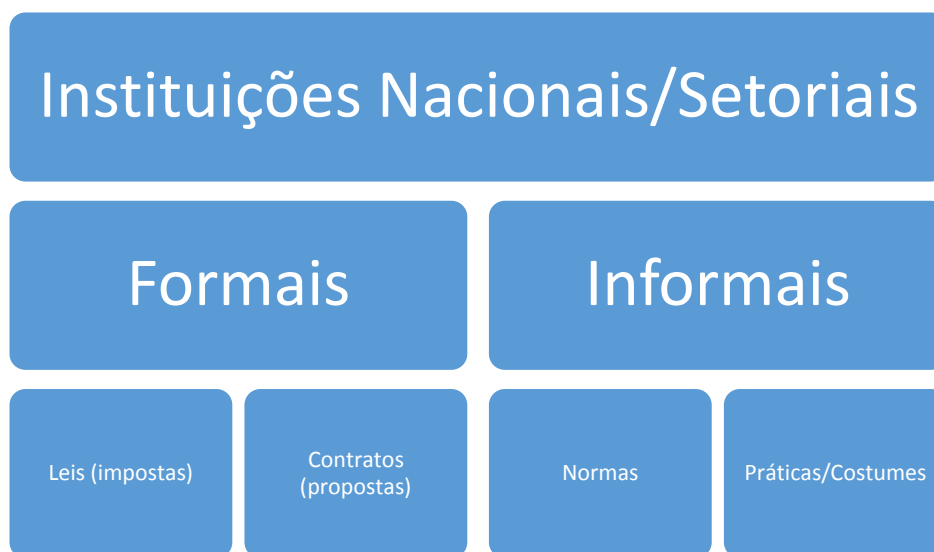
---

<sup>41</sup> “In general, we find it useful to think about innovation systems in two dimensions. One refers to the structure of the system—what is produced in the system and what competences are most developed? The second refers to the institutional set-up—how does production, innovation and learning take place? Historical analysis may be helpful in demonstrating how the two dimensions co-evolve. Is it the evolution of the structure of production that determines the evolution of the institutional set-up or vice versa and how is match and mismatch between the two reflected in economic growth patterns?” (LUNDVALL *et. al*, 2002:220).



As instituições, de forma mais ampla, podem se dividir entre instituições que impõem regras aos comportamento dos agentes e instituições que emergem a partir da interação dos atores – como exposto pela **Figura 9**; podem ser mais ou menos coercitivas e mais ou menos formais. A análise de instituições especificamente setoriais ainda é um elemento a ser pesquisado.

**Figura 9 - Multiplicidade da Natureza das Instituições Relevantes para o Sistema Setorial de Inovação**



Fonte: elaboração própria, adaptado de Malerba (2004), Malerba e Adams (2014).

Os temas mais relevantes seriam os padrões de emergência (planejada ou espontânea) das instituições setoriais; a interação de instituições setoriais com as instituições nacionais e a observação da mútua influência entre elas (MALERBA, 2002:257). F. Malerba, em geral, trabalha com as instituições provedoras de normas e regras<sup>42</sup> – e não com o conceito de instituições como provedoras de recursos e bens tangíveis (CORIAT & WEINSTEIN, 2004). Finalmente, cabe enfatizar que o SSI herdou de Mowery e Nelson (1999:368) e Nelson (1994) a perspectiva co-evolutiva, de mútuo condicionamento entre a evolução industrial e a transformação das instituições relacionadas a determinado setor: “In a broad sense, coevolution entails variables that change together and the specific feedbacks loops that link them” (MALERBA, 2006:36).

<sup>42</sup> “The cognition, actions, and interactions of actors in a sectoral system are shaped by institutions, which include laws, standards, norms, common routines and habits, established practices, and so on.” (MALERBA & NELSON, 2011:1652).

Como exposto, F. Malerba em geral considera as instituições provedoras de recursos intangíveis, como regras, leis, hábitos e costumes, que dão forma à cognição dos agentes e induzem a certos tipos de interação (MALERBA, 2006:29). Sua aderência à história o leva a reconhecer que, se em alguns momentos, as instituições induzem a estrutura industrial para uma certa direção, em outros momentos o contrário pode acontecer<sup>43</sup>.

O ponto que precisamos enfatizar é o da transformação das instituições. Instituições provedoras de bens tangíveis – ou organizações, como alguns autores as chamariam – tem uma racionalidade própria, baseada em seus mandatos e/ou missões, que constroem seus graus de liberdade e autonomia para alterar suas rotinas. De todo modo, elas evoluem, apresentam trajetórias de aprendizado e alterações em suas redes de cooperação ao longo do tempo. Salles-Filho *et. al* (2000) apontam para as peculiaridades dos processos de seleção. De acordo com os autores, a seleção é diferente para organizações *profit-seeking* e não *profit-seeking*. Além disso, apesar do mercado também ser um ambiente de seleção para as organizações, ele não é o mecanismo de seleção essencial. A seleção das organizações acaba por “envolver elementos de legitimidade política e social que tornam a seleção mais complexa, ultrapassando em muito as dimensões do mercado” (SALLES-FILHO *et. al*, 2000:81).

Quando focamos as instituições provedoras de bens intangíveis, a questão torna-se ainda mais complexa. Afinal, a racionalidade que dá lastro às alterações comportamentais dos agentes envolvidos na definição destas instituições (que podem ser leis ou hábitos) é muito mais variada. No **box 5** do capítulo 3 apresentamos a visão de E. Strachman sobre este ponto. Sumarizando, estas múltiplas racionalidades – e seus diversos ambientes de seleção – tornaram-se um desafio para conceitualização e operacionalização do SSI. É preciso ainda aliar à todas estas racionalidades orientadas para a dinâmica, o fator da imprevisibilidade e do risco – que tornam incertas as futuras trajetórias dos agentes envolvidos.

A importância atribuída à história das indústrias, como será visto adiante, levou a inclusão das instituições no mecanismo de evolução industrial. No entanto, a complexidade deste mecanismo aumenta de tal maneira, que é difícil encontrar estudos

---

<sup>43</sup> “[...] the interaction between national institutions and sectoral systems is not only unidirectional, going from national institutions to sectoral variables. Sometimes, the direction is reversed, such that developments in specific sectors work to influence national institutions” (MALERBA & ADAMS, 2014:193).

setoriais nos quais haja um tratamento igualitário para todos os três elementos do SSI. As instituições acabam sendo inseridas no processo de evolução industrial como elementos exógenos, como quebras no modelo cognitivo e no comportamento dos agentes que induzem a modificações estruturais importantes nos outros dois blocos fundamentais; no entanto, enquanto a economia evolucionária fornece os mecanismos básicos de racionalidade da firma, o SSI não adotou/postulou uma racionalidade específica ao desenvolvimento/transformação institucional. Por isto sua inserção *ad hoc*, de forma não-estrutural nas análises (COENEN e LÓPEZ, 2010). O **Quadro 4** sistematiza a utilidade do SSI de acordo com os documentos analisados; são as aplicações *explícitas* do SSI.

#### **Quadro 4 - Utilidade do Sistema Setorial de Inovação em três momentos**

Malerba (1999)	Malerba (2004)	Malerba e Adams (2014)
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Análise setorial descritiva (1);</li> <li>•Compreensão do funcionamento dos setores (2);</li> <li>•Compreensão da dinâmica e padrão de mudança dos setores (3);</li> <li>•Identificação dos fatores afetando a performance e a competitividade de firmas e países (4);</li> <li>•Desenvolvimento de novas políticas públicas (5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Compreensão das fronteiras e a estrutura setorial (1);</li> <li>•Compreensão das interações entre os agentes (2a);</li> <li>•Compreensão dos processos de aprendizado que são específicos para cada setor (2b);</li> <li>•Os tipos de transformação setorial (3);</li> <li>•Entendimento dos fatos por trás da performance diferente de países e firmas de um mesmo setor (4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Expansão do tipo de sistemas setoriais analisados (1);</li> <li>•<i>Catching up</i> (3) (4);</li> <li>•<i>History-Friendly Models</i> (2) (3)</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Malerba (1999), Malerba (2004) e Malerba e Adams (2014)

Toda a trajetória de formação do SSI brevemente recuperada está ligada à visão de F. Malerba do processo de dinâmica industrial. E sua visão do processo de transformação mesoeconômica foi construída em cima de três elementos chave: Schumpeter, Yale e Itália. Estes elementos serão recuperados nas próximas seções para que, ao final, possamos descortinar os usos e aplicações do arcabouço conceitual do SSI que estão *implícitos* em sua formulação.

## 2.2 – Uma Visão Específica Sobre a Evolução Industrial

Swedberg (1991), em sua biografia de Schumpeter, ressalta a ambição do economista austríaco de desenvolver um arcabouço integrado de análise econômica e sociológica – a *Wirtschaftssoziologie*<sup>44</sup> – que fosse capaz de explicar o padrão de desenvolvimento capitalista desde suas origens. A unificação destes campos não foi alcançada, nem mesmo na obra mais ambiciosa de Schumpeter, *Business Cycles*, de 1939. A influência deste pensamento interdisciplinar, contudo, sobreviveu e ecoa no pensamento de F. Malerba (MALERBA, 2006:39).

Desde seus primeiros trabalhos científicos, F. Malerba tem nas ideias de J. Schumpeter seu principal referencial teórico. Ele integrou o “renascimento schumpeteriano” (FREEMAN, 2007; FAGERBERG, 2003). Sua preocupação com o que determina o surgimento e o desenvolvimento de uma indústria (MALERBA, 1983; 1985b), a visão de que descontinuidades marcam a evolução setorial – ou seja, a partir de abruptas mudanças tecnológicas, de mercado ou institucionais concentradas no tempo – é um traço da visão schumpeteriana que se traduz na importância que F. Malerba atribui à intersetorialidade, por exemplo (MALERBA, 1987; MALERBA, 1993; MALERBA e ORSENIGO, 1999).

Malerba (1983; 1985b, 1987), ao considerar a evolução da indústria de semicondutores, assenta sua análise sobre a história da indústria e ressalta as descontinuidades tecnológicas (especialmente por meio de avanços nos componentes) que redirecionaram a trajetória do setor. A importância da descontinuidade é percebida no tratamento das janelas de oportunidade para liderança industrial: quando há uma ruptura tecnológica, que transforma radicalmente o regime tecnológico estabelecido, novos atores – e portanto, novos países – têm uma chance para alcançar o topo da performance industrial, no que foi posteriormente denominado de ciclos de *catch-up* (*catch-up cycles*) (LEE e MALERBA, 2017; LANDINI *et. al*, 2017):

“Industry evolution is marked by technological discontinuities. At certain periods, for reasons not explicitly modelled (e.g., innovations taking place in other sectors of the economy), a new technology emerges, which shifts the technological frontier right-wards” (LANDINI *et. al*, 2017:437).

---

<sup>44</sup> “The purpose of this field was to provide theory with a set of “stylized social facts” to add to the raw data thrown up by history and statistics” (OAKLEY, 1990:41).

A importância das discontinuidades, embora mais amplo em seu grau de abstração e de escopo, estava presente em Schumpeter: “Evolution is a disturbance of existing structures and more like a series of explosions than a gentle, though incessant, transformation” (SCHUMPETER, 1939:102). A recuperação das discontinuidades ao nível setorial – sejam tecnológicas, sejam institucionais – reaproximam o entendimento da dinâmica mesoeconômica da história. Seria possível denominá-las “*Momento Malerba*” (análogo ao “*Momento Minsky*” que marca discontinuidades nos ciclos financeiros). Ao reconhecer esta discontinuidade tecnológica, Malerba complementa a análise e os modelos “gradualistas”<sup>45</sup> propostos pelo que viria a se tornar o cânone da economia evolucionária (FAGERBERG, 2003:144).

Ainda assim, a economia evolucionária teve grande influência na formação da visão mesoeconômica – de dinâmica industrial - de F. Malerba. Ele defendeu sua tese – *Mudança Tecnológica, Estrutura de Mercado e Política Pública: a evolução da indústria européia de semicondutores* – no departamento de economia da universidade de Yale em 1983. Ele testemunhou *in loco*, portanto, a publicação, por dois de seus professores e orientadores, do livro que se tornou o pináculo da economia evolucionária. Richard Nelson e Sidney Winter estavam ambos em Yale quando publicaram, em 1982, *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*.

A ambição do livro era justificada pela necessidade de uma teoria coerente que desse conta das inúmeras transformações pelas quais a economia vinha passando. A mudança era óbvia, as TICs começavam a mostrar seu potencial de transformar todos os setores tocados pela revolução da microeletrônica (MALERBA, 1987); apesar disso, a teoria econômica mantinha-se presa na busca pelo equilíbrio<sup>46</sup>, como sintetizado categoricamente por S. Winter: “There is a sort of paradoxical irony here: in a century of massive continuing change, there are nevertheless a few constants, viz. (i) change is important, (ii) economic theorists generally neglect it” (WINTER, 1984:288).

Contra esta tendência, R. Nelson e S. Winter desenvolveram um arcabouço teórico microeconômico alternativo ao neoclássico. Sua aderência à realidade e à

---

<sup>45</sup> “[...] they [Nelson and Winter, 1982] downplayed the importance of major discontinuities in economic evolution, a point that was essential for Schumpeter. For better or for worse, Nelson and Winter’s work has a much more “gradualist” flavour” (FAGERBERG, 2003:144).

<sup>46</sup> “The language about “tendencies,” so frequent in Marshall’s prose, was meant to signal that he believed that an equilibrium analysis of economic conditions was misleading in many ways. But his formal analysis in the footnotes and appendixes stressed equilibrium, and the economics profession followed the ideas of his footnotes, not of his prose” (NELSON & WINTER, 1982:164).

pesquisa empírica exigia uma teoria em que (i) empresas não detêm todo o conhecimento disponível do mercado; (ii) mesmo que detivessem, existem incertezas quanto à evolução do mercado e as decisões que devem ser tomadas neste contexto; (iii) a empresa possui um mecanismo endógeno de geração de novas combinações de produtos e processo – por meio de sua rotina e pelo processo de busca – que carrega sua própria dose de incerteza quanto ao *output* de suas atividades. Toda a carga de incerteza e risco associada a esta visão microeconômica próxima à realidade abre caminho para a proposição de um mecanismo evolucionário de comportamento da firma baseado em rotinas, formas de se realizar atividades (funções). Rotinas estariam fortemente vinculadas às habilidades (competências) das firmas e são uma resposta segura a um ambiente externo incerto e inseguro. A lógica microeconômica evolucionária fornece uma racionalidade adaptativa aos agentes econômicos (em oposição à racionalidade maximizadora neoclássica) que norteia seu comportamento nos períodos de estabilidade entre duas descontinuidades (tecnológicas, institucionais, de mercado etc.).

A refundação microeconômica é seguida de reinterpretções em outros níveis; uma vez que as firmas não são autômatos maximizadores, sua resposta a alterações nas condições de mercado deve conformar uma configuração industrial específica. A teoria do crescimento econômico deve ser revisada, para incluir a geração endógena de inovações; por fim, a esfera normativa de política para o bem estar deve ser repensada. O mais interessante são as supostas consequências para a teoria do crescimento econômico. Os autores fazem uma analogia entre a tecnologia e o neutrino: ambos teriam sido encarados pelo paradigma científico dominante como “resíduos”, enquanto na realidade respondiam por uma boa parte da determinação dos fenômenos do campo observado (NELSON & WINTER, 1982).

O papel da tecnologia no centro da evolução industrial e a racionalidade limitada que investe as firmas de comportamentos adaptativos, talvez sejam os traços da economia evolucionária que mais aderiram à visão de F. Malerba. A segunda fase da produção científica deste autor explorou como estruturas da base de conhecimento – os regimes tecnológicos – condicionavam as estruturas de mercado. Esta trilha estruturalista de investigação da mudança técnica já estava em construção. Nelson e Winter (1982) e Winter (1984) formalizaram os modelos de mudança técnica gradual que lançaram as bases para esta literatura, mas foi Dosi (1984) quem de fato chamou esta abordagem de estruturalista. Dosi associou a contribuição de Nelson e Winter

(1982) - o pressuposto do comportamento dos atores econômicos embuídos da racionalidade adaptativa – a sua idéia de trajetórias ou paradigmas tecnológicos. O comportamento dos atores possuía, portanto, certos graus de liberdade dentro das margens permitidas pelo paradigma vigente (DOSI, 1984).

A preocupação deste esquema interpretativo da mudança técnica é pautado por esta constante intermediação entre o que é determinado pela estrutura e o que é determinado pela liberdade dos atores. Na teoria econômica padrão, derivada do marginalismo, o mecanismo de equilíbrio geral impõe um reduzido papel aos atores econômicos quanto aos seus graus de liberdade de decisão: afinal, a firma atomística e representativa não pode influenciar nos mecanismos de ajuste (ex. *market clearing*); as teorias gerenciais da empresa (da tradição penrosiana), por sua vez, enfatizam a “parte interna” da firma e sua capacidade de tomar decisões e mudar sua trajetória evolutiva. O efeito colateral é que as teorias gerenciais negligenciam as estruturas – econômicas/tecnológicas – que impedem que as empresas desfrutem de um leque infinito de decisões nocionais. O “modelo estrutural fraco” de Dosi compatibiliza estas duas esferas: “as condições estruturais, incluindo as assimetrias tecnológicas – de suma importância – definem os graus de liberdade que as empresas dispõem em suas ações. Nesses graus de liberdade, essas empresas se comportam à la Nelson & Winter” (DOSI, 1984:406-407).

Seria pertinente, tendo em vista o que foi exposto, questionar como a visão de F. Malerba congrega a postura estruturalista de interpretação da evolução industrial – ainda que seja o “estruturalismo fraco” de Dosi – e a ênfase nas discontinuidades tecnológicas, institucionais e de mercado. Em primeiro lugar, é preciso ressaltar que Dosi (1984) já reconhece como o circuito de mútua determinação entre progresso técnico e as estruturas de mercado – e os regimes tecnológicos que estruturam e são estruturados por esta relação – não são um circuito fechado. Isto é, existem impulsos importantes para o progresso técnico que estão fora deste esquema estruturalista de avanço gradual dentro de constrangimentos impostos pelo regime tecnológico. Estes impulsos seriam mudanças institucionais e os próprios avanços das ciências uma vez que “o impacto dos fatores econômicos sobre as mudanças científicas pertence a uma escala de tempo diferente, a um relacionamento funcional menos preciso e a diferentes mecanismos de transmissão” (DOSI, 1984:398).

Portanto, para os casos das discontinuidades institucionais e de mercado aplicadas aos SSI, já havia um precedente. Mas não seria uma contradição um arcabouço conceitual estruturalista, no qual os regimes tecnológicos marcam o passo do progresso técnico, de repente serem chacoalhados por uma discontinuidade tecnológica? Dosi (1984) ofereceu uma resposta para esta aparente contradição a partir da consagrada noção de trajetória e paradigma tecnológico. Mas as discontinuidades tecnológicas presentes nos SSI, embora não refutem a existência ou a pertinência das quebras paradigmáticas para se justificar, se sustentam a partir de uma perspectiva distinta. A razão para tanto é que o SSI é definido pela conjunção de atores que se organizam sistemicamente para responder a uma dada demanda. E cada setor possui uma matriz tecnológica (MALERBA, 2002:254). Estas diversas tecnologias que compõem a matriz de um setor podem estar avançando – gradualmente, como prediz o modelo estruturalista – em outros setores<sup>47</sup>. E a partir dos *links* e complementaridades, o avanço tecnológico alcançado em um setor interfere em outro – causando uma discontinuidade. Em outras palavras, a intersetorialidade compatibiliza as discontinuidades tecnológicas com a visão gradualista. Isto fica claro na análise da evolução dos semicondutores, marcada por discontinuidades em seus componentes que afetaram o regime tecnológico e a estrutura de mercado do setor (MALERBA, 1987; MALERBA *et. al*, 2008).

A importância da intersetorialidade como fonte de discontinuidades também aparece em Oyelaran-Oyeyinka e Rasiah (2009). Os autores enfatizam a pervasividade do desenvolvimento do setor de *hardware* para informação (*information hardware*): seu impacto vai das cadeias de produção de têxteis e acessórios até o próprio setor de computação. O importante é apontar como, dependendo da perspectiva/escala (setorial ou multisetorial), uma discontinuidade (a introdução de um novo *hardware* alterando processos no setor têxtil) também é fruto da continuidade (de avanços graduais no próprio setor de *hardware* para informação).

É por esta razão que é possível encontrar em Malerba (2002) trechos aparentemente incongruentes, tais como: “The specificities of technological regimes and the knowledge base provide a **powerful restriction** on the patterns of firms’ learning, competencies, behaviors and organization of innovative and production activities in a

---

<sup>47</sup> Tecnologias de Propósito Geral (*General Purpose Technologies* – GPT) também podem causar discontinuidades em sua interação com setores usuários (*application sectors* – AS). Ver o **Box 3**.



sectoral system” (MALERBA, 2002:253-254, grifo nosso); e em seguida: “During the long-term evolution of an industry major **technological and demand discontinuities** may take place, thus greatly affecting market structure and the survival of established firm” (MALERBA, 2002:259, grifo nosso). Assim como o “estruturalismo fraco” de Dosi, a questão da transformação do SSI de F. Malerba resolve-se com a “porta aberta” do circuito explicativo: para aquele, uma “porta aberta” para a ciência, as instituições e novas trajetórias/paradigmas; para Malerba estes elementos continuam válidos, mas sua porta também se abre para uma visão multiescalar que engloba a intersectorialidade<sup>48</sup>.

O segundo ponto em comum entre os esquemas interpretativos da mudança técnica de G. Dosi e de F. Malerba diz respeito ao papel da história. Boschma e Martin (2010) afirmam que existem três arcabouços explicativos transdisciplinares da mudança: darwinismo generalizado, teoria da complexidade e *path-dependence*<sup>49</sup>. Esta última seria a porta de entrada da história nos esquemas interpretativos que estamos descrevendo. *Path-dependence*, em linhas gerais, advoga que o passado importa para o desdobramento do futuro. Não significa apenas reconhecer a irreversibilidade dos fatos passados, mas admitir que eles constroem os possíveis mundos futuros. Em Dosi (1984), a história é fundamental para explicar, por exemplo, as quebras de paradigmas tecnológicos por meio de novos *breakthroughs* científicos. O autor enfatiza: “através do

---

<sup>48</sup> É interessante notar como esta integração de uma visão contínua, gradualista, de progresso técnico com descontinuidades, faz lembrar ao mesmo método utilizado por Schumpeter para integrar a visão de continuidade histórica com descontinuidades na história industrial: “Our theory of the mechanisms of change stresses discontinuity [...] as soon, however, as we survey the history of society or of any particular sector of social life, we become aware of a fact which seems, at first sight, to be incompatible with that view: every change seems to consist in the accumulation of many small influences and events and comes about precisely by steps so small as to make any exact dating and any sharp distinction of epochs almost meaningless [...] Now, it is important to note that there is no contradiction whatever between our theory and a theory of history which bases itself on these facts. What difference there is, is a difference of purpose and method only. This becomes evident if we reflect that any given industrial development, for instance the electrification of the household, may involve many discontinuities incident to the setting up of new production functions when looked at from the standpoint of individual firms and yet appear, when looked at from other standpoints, as a continuous process proceeding steadily from roots centuries back. By one of the many roughnesses forced upon us by the nature of the task which this volume is to fulfill, we may characterize this as a difference between microscopic and macroscopic points of view” (SCHUMPETER, 1939:226). Com isso, ambos os autores exigem, para a compreensão dos processos de mudança de seus esquemas interpretativos, uma visão multiescalar.

<sup>49</sup> “The third approach, based on path dependence, and based especially on the writings of Paul David and Brian Arthur, is concerned with giving economics a prominent historical dimension, and has been a key ingredient of many versions of evolutionary economics. Although distinctive frameworks, there are overlaps between the three approaches, and hybrid frameworks that combine elements from two or all three” (BOSCHMA e MARTIN, 2010:8). O SSI e o modelo estrutural fraco de Dosi podem ser vistos como dois dos arcabouços híbridos que combinam pelo menos duas das três abordagens de mudança.

tempo, a história se torna estrutura, ao passo que a qualquer momento do tempo, as estruturas moldam a história” (DOSI, 1984:407).

Malerba (2002) é mais direto. Ao tratar da dinâmica do SSI ele afirma que “often co-evolution is related to path-dependent processes (MALERBA, 2002:259). Mas embora ambos recorram a esta “estrutura intertemporal”, como poderíamos chamar ao mecanismo de *path-dependency*, ela parece ser ainda mais importante no SSI. Esta observação deriva da retirada de inúmeros pressupostos sobre o setor: pode haver heterogeneidade da demanda; pode haver uma matriz tecnológica variada em cada setor; podem haver setores convergindo para um padrão de concentração; podem haver setores divergindo para um padrão de desconcentração de mercado; podem haver inúmeras descontinuidades provenientes de outros setores. E estes elementos precisam da investigação histórica para serem elucidados. Embora desde o início da elaboração da economia evolucionária a história tenha sido incorporada (WITT, 2008), no SSI ela reclama para si a máxima schumpeteriana de que à história cabe o papel de preencher “the bloodless theoretical schemata and statistical contour lines with live fact” (SCHUMPETER, 1939:222).

A primeira vista, pode parecer que esta abertura acentuada do SSI para a história poderia comprometer a confiabilidade do arcabouço conceitual como instrumento científico. Afinal, Blaug (1980) ressalta que métodos científicos apoiados nas explicações históricas estão entre os que conseguem explicar mas não conseguem prever - e mesmo as explicações, às vezes “se utilizam de evidências tão esparsas e ambíguas que seriam compatíveis com um grande número de explicações alternativas e até mesmo contraditórias” (BLAUG, 1980:10).

Dosi reconhece esta dificuldade. Não há como negar que, ao se estabelecer os graus de liberdade dos atores econômico que enfraquecem o modelo estrutural e o tornam fraco, multiplicam-se as possíveis trajetórias históricas do progresso técnico em um setor/industrial e o “determinismo estrito estará sujeito a negligenciar a existência de uma variedade de possíveis mundos que poderão emergir” (DOSI, 1984:407). Mas é aí que o SSI avançou a fronteira metodológica. Desde 1999, o ano da primeira publicação da formalização do SSI, Malerba *et. al* (1999) também publicaram uma análise setorial da indústria de computadores baseando-se na metodologia dos *history-friendly models*. Esta segunda geração de modelos evolucionários incorpora as descontinuidades,

aproximando-os da história setorial (FAGERBERG, 2003; WINDRUM, 2007; MALERBA *et. al*, 2016).

Depois de 16 anos aprimorando a metodologia de simulação computacional dos HFM (que será abordada com maior profundidade no terceiro capítulo), Malerba *et. al* (2016) reforçam que sua visão de adequação de um arcabouço científico é o quão próximo da realidade ele está e o quanto ele é capaz de explicar os fatos<sup>50</sup>. Teríamos de aceitar, portanto, que o SSI e a segunda geração de modelos evolucionários se encaixa no que Blaug (1980) chamou de *pseudo-explicações científicas* baseadas na história?

A resposta seria negativa. Os HFM permitem, a partir da experimentação com diversos parâmetros históricos, observar nos modelos se os resultados se encaixam e reproduzem a história setorial; além disso, eles permitem ao pesquisador observar os mundos contra-factuais – os mundos possíveis sugeridos por Dosi – ao realizar exercícios computacionais. Esta técnica ainda não permite que o arcabouço conceitual do SSI realize previsões, mas pode auxiliar a chegar mais perto de se “estabelecer certas regularidades amplas ligando “variáveis estruturais” e “variáveis de desempenho” (DOSI, 1984:161), sem abstrair a história setorial; pelo contrário, é a partir dela e de sua evolução que é possível observar a evolução da estrutura setorial.

A natureza do objeto – a evolução industrial – e a recusa dos evolucionistas de simplificar demais o fenômeno observado, incorreram neste tipo de arcabouço científico:

“[...] in areas of study where economists see a wide range of likely interacting phenomena as the subject matter that needs to be understood, and are wary of over-simplification, the main virtue of a “good” theory may be that it gives a better understanding of the operative causal mechanisms, even though its detailed predictive power is not great” (MALERBA *et. al*, 2016:24).

Na apreciação dos métodos científicos, Blaug (1980) reconhece que a incapacidade de uma teoria prever pode derivar (i) da sua natureza pseudo-científica (histórica), ou (ii) da sua complexidade, isto é, da impossibilidade de “assegurar toda a informação relevante sobre as condições iniciais” (BLAUG, 1980:10). A economia evolucionária e o arcabouço conceitual do SSI parecem se encaixar no segundo caso: do

---

<sup>50</sup> Em oposição à explicação e coerência das teorias com os fatos históricos, estariam as teorias capazes de prever, a partir de modelos construídos sob pressupostos questionáveis, os resultados futuros de algumas variáveis selecionadas e adicionadas aos modelos construídos (MALERBA *et. al*, 2016:24)

método científico que valoriza a explicação coerente acima da previsão acurada<sup>51</sup>, e os desenvolvimento metodológicos recentes (HFM) parecem inclusive contornar parcialmente estas dificuldades.

Finalmente, o terceiro ponto que formou a visão específica da evolução industrial de F. Malerba foi sua origem em um país estruturalmente heterogêneo. Sua consciência de que a tecnologia condiciona os rumos da indústria deve ser contextualizada pela sua vivência da fase de industrialização e *catching up* que ocorreu na Itália a partir do pós-guerra. No despertar da indústria microeletrônica, os europeus estavam perdendo a corrida tecnológica no setor para os Estados Unidos (pós-guerra). As políticas públicas norte-americanas (e mais tarde, japonesas) incentivaram o crescimento e o desenvolvimento da indústria de semicondutores, enquanto a indústria europeia seguia atrás em termos de competitividade, inovação tecnológica e domínio de mercado (MALERBA, 1983; 1985b). A indústria de semicondutores era o dínamo do novo paradigma tecnoeconômico (FREEMAN e PEREZ, 1988; PEREZ, 2002), fornecedor de bens de capital para um amplo conjunto de outros setores, determinando a produtividade do tecido industrial como um todo. Apesar deste fato, as políticas públicas europeias (i) demoraram a mobilizar recursos e atenção para o desenvolvimento deste setor; (ii) quando o fizeram, foi por meio de reservas de mercado que sustentavam tecnologias inferiores.

Ainda assim, houve algum avanço no setor na Europa. Na Itália, a companhia SGS estabeleceu uma parceria com a Fairchild norte-americana na década de 1960, momento em que uma descontinuidade tecnológica fundamental transformava o setor: a tecnologia do processo planar baseado em silício desenvolvida pela Fairchild causaria a disrupção do mercado. A participação da Fairchild no capital da SGS levou a transferência de *know-how*, permitindo à empresa italiana alcançar num curtíssimo espaço de tempo a fronteira tecnológica do setor. No entanto, sem o respaldo de políticas governamentais, de um sistema de inovação nacional que lhe propiciasse o desenvolvimento de outras competências (de produção em larga escala, de engenharia,

---

<sup>51</sup> Murman (2003) chega a reconhecer certa capacidade de arcabouços baseados na TEE de realizar previsões: “Many writers make the point that evolutionary theory is explanatory but not predictive. While true that an evolutionary theory cannot make point predictions— that is, foretell exactly, in every conceivable detail, what is going to happen in an evolutionary system tomorrow – in many instances knowledge about the path and present state of the system that is evolving allows one to make broad predictions. Just as we can predict with confidence that dinosaurs will not evolve by tomorrow out of today’s existing animal species, it is safe to predict that the African nation of Uganda will not emerge tomorrow as the largest chip producer in the world.” (MURMANN, 2003:14).

de *marketing*), a SGS seria o exemplo de um sucesso de mercado aliada à dependência tecnológica (MALERBA, 1987:87).

De forma geral, a Itália vinha de um bem-sucedido processo de industrialização do pós-guerra até os anos 1980; apesar disso, em setores de alta-tecnologia, o desempenho do país ainda estava abaixo de seus pares. Malerba (1993) analisou o sistema nacional de inovação (SNI) italiano e o subdividiu em dois subsistemas: (i) a rede de pequenas empresas e (ii) o subsistema baseado em P&D; a dinâmica do primeiro é pautada por ciclos virtuosos entre distritos industriais e produtores de equipamentos, enquanto a dinâmica do segundo é caracterizada por políticas públicas insuficientes ou equivocadas e pelo afastamento dos pólos de produção científica das empresas, o que causaria um baixo nível endógeno de geração de oportunidades tecnológicas, como apresentado no **Box 1**, no capítulo 1.

Malerba (1993) mobiliza elementos setoriais que seriam formalizados mais tarde no SSI. Na descrição do subsistema baseado em P&D, o autor descreve atores (incumbentes e pequenas empresas de base tecnológica - *high-tech*), formas de interação/estrutura setorial (redes de cooperação verticais e horizontais, alianças), interdependências dinâmicas, importância das instituições (organizações a nível local e políticas a nível nacional), papel da demanda e geração endógena de oportunidades tecnológicas (interação entre a ciência básica/aplicada, gerando inovações); a análise do subsistema das redes de pequenas empresas traz a divisão de tarefas e a coordenação desterritorializada do sistema entre atores nacionais e internacionais.

O sucesso da rede de pequenas empresas – a partir dos distritos industriais – seria uma forte evidência de que, para alguns setores, seria possível inovar e gerar valor a partir da formação de redes setoriais internacionais. O elemento chave neste caso é o fluxo de conhecimento a partir de especificações de uso dos compradores internacionais para os produtores italianos. Já as dificuldades da indústria de semicondutores revelam como os setores têm necessidades distintas: apesar de alianças internacionais (SGS-Fairchild), a ausência de uma infra-estrutura científica/tecnológica desenvolvida, de vínculos e mecanismos de transmissão do conhecimento público/genérico para o setor privado e a formação deficiente de mão-de-obra qualificada, obstaculizaram a formação de um setor de semicondutores com capacidade tecnológica autônoma.

A importância do âmbito nacional revela-se positivamente na histórica tradição artesanal e na alta competência da rede de pequenas empresas e negativamente, no caso do setor de semicondutores, pela herança de uma indústria eletro-mecânica pouco competitiva (MALERBA, 1987:64), o que sublinha o elemento setorial histórico<sup>52</sup> marcado por *path-dependence*. A necessidade de se ir além do nacional deduz-se da importância da interação entre usuários internacionais e produtores nacionais que determina o ciclo virtuoso da rede de pequenas empresas (MALERBA, 1993) e a importância de alianças empresariais para a transferência de tecnologia no curto prazo (MALERBA, 1987). A heterogeneidade do SNI italiano levanta a questão: como é possível haver tamanha diversidade de desempenho setorial sob a influência das mesmas instituições nacionais? Conclui-se que o estudo sobre o SNI italiano reforçou a necessidade de uma *perspectiva setorial*.

Outra maneira de se compreender a necessidade da perspectiva setorial deriva da sobreposição de estruturas de governança existentes em seu país. As esferas nacional, regional e supranacional sobrepostas tornam análises baseadas no recorte geográfico menos conclusivas. A responsabilidade e a jurisdição de cada estrutura de governança sobre cada elemento dos sistemas de inovação torna-se muitas vezes confusa ou indistinta. Uma unidade de análise mesoeconômica que cortasse horizontalmente todos estes níveis geográficos poderia resolver a questão? A questão está em aberto, mas de acordo com Von Tunzelmann a perspectiva setorial carrega esta responsabilidade: “The unifying element in this spatially heterogeneous context tended [...] to be located in sectoral perspectives [...], or what subsequently came to be known as ‘sectoral systems of innovation’ or SSIs” (VON TUNZELMANN, 2009:5).

Esta visão geograficamente descontínua e setorialmente heterogênea do processo de inovação – e, no limite, de *catching up* – se refletiria na formalização do conceito de SSI e na sua aplicação em setores de países em desenvolvimento (MALERBA e MANI, 2009; MALERBA e NELSON, 2011; LEE e MALERBA, 2017; LANDINI *et. al*, 2017). A experiência italiana traz duas lições. Em primeiro lugar, para qualquer

---

<sup>52</sup> Neste ponto reside uma diferença fundamental entre a visão de Franco Malerba da evolução industrial e a teoria de ciclo de vida da indústria (TCV). A história indica que um setor nascente recebe uma “herança” do tecido industrial e do sistema de inovação que precedeu sua gênese; esta estrutura pode surgir concentrada desde o início, em flagrante contradição com a proposição da TCV, de que nas primeiras fases do ciclo de vida há desconcentração, concorrência e muitos entrantes. “Isto deriva do fato de que uma nova indústria não nasce no vácuo, mas em um tecido industrial existente, que exhibe determinadas características produtivas e tecnológicas e apresenta potenciais definidos de desenvolvimento” (MALERBA, 1987:63).

indústria tecnologicamente atrasada lutando para competir na fronteira tecnológica, a absorção de tecnologia internacional é indispensável mas não é suficiente<sup>53</sup>. Portanto, é preciso haver apoio nacional à pesquisa e aos *inputs* básicos de C&T. Em segundo lugar, por seu histórico singular e características idiossincráticas, alguns setores podem se destacar e desenvolver, a partir da interação de suas redes (internacionais, no caso italiano), marcos institucionais próprios como os distritos industriais italianos (Von Tunzelmann, 1998; 2009 diria que houve um bem sucedido alinhamento de redes). A institucionalidade presente neste setor (ou *cluster*) – uma espécie de “ilha institucional”, ou instituição setorial – pode tanto ser sufocado por instituições nacionais impositivas quanto pode se tornar modelo para instituições nacionais, alcançando outros setores (MALERBA e NELSON, 2011; 2012).

Mas há outras lições importantes. Uma diz respeito ao momento da política tecnológica e de inovação que pretenda transformar um setor. A investigação do SSI de *agro-food* conduzida por Gu *et. al* (2012) demonstra a importância da política evoluir *pari-passu* à evolução setorial. De forma mais geral, Lee e Malerba (2017) apontam para os ciclos de *catching up*, que exigem políticas reativas e pró-ativas (Gu *et. al*, 2012) de forma a aproveitar as janelas de oportunidade que se abrem ao longo do tempo. Finalmente, é possível concluir que não existe nenhum tipo de constrangimento *a priori* do SSI formar redes mais intensas entre atores locais do que internacionais<sup>54</sup>.

Não seria ilógico atribuir o interesse de F. Malerba nos processos de descontinuidade – associados, como vimos, aos processos de avanço gradual – à sua própria vivência em um país setorialmente heterogêneo. A co-existência de setores cuja estrutura produtiva e cuja base de conhecimento estão defasados com relação à fronteira tecnológica enseja o estudo das descontinuidades associadas ao *catching up*. A visão que emerge destes três elementos formadores é a de que a dinâmica industrial é o fenômeno central na dinâmica capitalista: um processo muitas vezes geograficamente descontínuo, historicamente condicionado, intensamente intersetorial, co-evolucionário

---

<sup>53</sup> Para além de *joint-ventures* e alianças empresariais, Malerba *et. al* (2013) encontram evidências de que o transbordamento de conhecimento (*knowledge spillovers*) depende de seu contexto nacional/internacional bem como intra/intersectorial. Eles demonstram que (i) os fluxos intrasetoriais de conhecimento científico-tecnológico entre agentes do SSI sofrem menos com a distância geográfica do que os fluxos de conhecimento intersectoriais; e (ii) que cada setor apresenta um tipo/padrão de efeitos de *spillovers* diferente.

<sup>54</sup> “Sectoral systems of innovation need not be confined to national borders, but can in fact be global, and therefore the interactions they may have with local actors may diminish over time” (MALERBA e MANI, 2009:15-16).

e liderado por firmas competindo e cooperando em um ambiente econômico evolucionário<sup>55</sup>. Para observar as “relações-chave” - *key-decision/actions* em Lazonick (1994) - deste fenômeno mesoeconômico, o SSI como unidade de análise e suas metodologias complementares foram desenvolvidas.

Na próxima seção, classifica-se o trabalho científico de F. Malerba em três fases destacando evidências de que, apesar de metodologicamente/tematicamente distintas, todas as fases compartilham desta mesma visão – às vezes *avant-garde* - que percebe a necessidade de uma nova unidade de análise no nível meso.

### **2.3 – As Três Fases do Trabalho de Franco Malerba**

A divisão da produção científica da Franco Malerba em três fases utilizou como critério um recorte metodológico. A primeira fase, de seu doutorado até o fim da década de 1980, concentra estudos industriais históricos baseados no tripé estrutura de mercado, progresso técnico e política pública. A segunda fase, na década de 1990, é baseada nos regimes tecnológicos. A terceira fase é marcada pela tentativa de se elaborar um arcabouço sistêmico para o estudo da evolução industrial: o SSI. No entanto, os temas trabalhados e a visão sobre a evolução industrial mantêm-se unívocos e pervasivos a todas as fases.

#### **2.3.1 - Historiador industrial (1983 – 1990)**

A primeira fase de produção científica de Franco Malerba concentra seus estudos de caso sobre a indústria de semicondutores. O autor mergulhou na história da indústria, seus desdobramentos e a concorrência internacional que marcou sua evolução. A Itália de Franco Malerba (e a Europa de forma geral) passava por um importante processo de *catching up* neste setor depois de décadas de atraso perante a performance norte-americana, o que talvez tenha motivado seu foco. Por ser um setor intensivo em conhecimento científico, com alto nível de oportunidades tecnológicas, sua explosiva dinâmica industrial demandava novas interpretações e estudos empíricos.

---

<sup>55</sup> Enquanto Schumpeter interpretou o movimento do sistema como um todo (SCHUMPETER, 1934; 1939) e os evolucionistas racionalizaram o movimento da unidade fundamental do sistema – a firma (NELSON & WINTER, 1982), a nova mesoeconomia deve esclarecer o mecanismo de ligação entre o elemento fundamental e o sistema como um todo. Ela encerra, em seus padrões ou trajetórias erráticas, a complexa ligação entre a esfera de decisão empresarial e as trajetórias de desenvolvimento do sistema capitalista.



Malerba (1983) é claro quanto à sua metodologia:

“Schumpeter acreditava que a coleção de histórias das firmas deveria ser o substrato primário do estudo da inovação e, subsequentemente, das flutuações econômicas e sua instabilidade [...] a metodologia proposta por Schumpeter foi adotada neste estudo. A abordagem é histórica” (MALERBA, 1983:22)

Sua intenção era conciliar o estudo da dinâmica da indústria ao longo do tempo com as modificações na tecnologia e nas políticas públicas que variaram internacionalmente. Portanto, mais do que um economista evolucionário, seria correto classificá-lo como neo-schumpeteriano. Este padrão de interpenetração entre a teoria, a história e os dados da indústria caracteriza o pensamento schumpeteriano (SWEDBERG, 1991:130-131).

Nos anos seguintes, Malerba publicou trabalhos que podem ser considerados *spin-offs* de sua tese. Malerba (1985a) compara a evolução da indústria norte-americana de semicondutores com suas concorrentes: a indústria europeia e a japonesa. Malerba (1987), publicado apenas em italiano, recupera a evolução da indústria de semicondutores na Itália, mas com um foco eminentemente desenvolvimentista. Seu título – Da Dependência à Capacidade Tecnológica Autônoma<sup>56</sup> – reflete a preocupação de desenvolver capacidade tecnológica nacional, tema que começava a ser formalizado, ainda que de maneira agregada, com o surgimento do conceito de Sistema Nacional de Inovação (FREEMAN, 1982; FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992).

A perspectiva histórica permitia ao autor conciliar a mecânica da economia evolucionária industrial com as decisões políticas que atuavam como elementos exógenos – especialmente dando forma a estrutura da demanda que influenciava a trajetória e a direção do progresso técnico dentro daquela indústria específica (MALERBA, 1985b). Os elementos mobilizados nestes estudos (MALERBA 1983, 1985a, 1987) serão recuperados e ressignificados pelo Sistema Setorial de Inovação anos mais tarde. Mas a importância das firmas, a especificidade setorial, o papel da demanda nas trajetórias tecnológicas setoriais e as diferenças institucionais/históricas evidenciadas pela comparação internacional de um mesmo setor, são todos elementos que surgem já nesta primeira fase – ao longo dos trabalhos sistematizados pelo **Quadro 5** - e revelam a permanência da visão de Malerba sobre a dinâmica industrial.

---

<sup>56</sup> No original: *Dalla Dipendenza Alla Capacità Tecnologica Autonomia – L'evoluzione dell'industria microelettronica italiana.*

**Quadro 5 – Principais obras da fase “historiador industrial” de F. Malerba**

<b>Ano</b>	<b>Obra</b>	<b>Tipo</b>
<b>1983</b>	Technological change, market structure and government policy: the evolution of the european semiconductor industry	Tese
<b>1985</b>	The semiconductor business: the economics of rapid growth and decline	Livro
<b>1985</b>	Demand Structure and Technological Change: the Case of the Semiconductor Industry	Artigo
<b>1987</b>	Dalla dipendenza alla capacità tecnologica autonoma: l'evoluzione dell'industria microelettronica italiana	Livro

Fonte: elaboração própria

Embora a metodologia histórico-analítica ainda continuasse a ser utilizada em estudos futuros (BRESNAHAN & MALERBA, 1999), Franco Malerba se voltaria na década seguinte para o refinamento conceitual que envolvia o condicionamento das estruturas industriais (de forma geral, e não específicas a um setor) devido às características do regime tecnológico subjacente: uma guinada em direção à agenda de pesquisa que suas maiores influências intelectuais<sup>57</sup>, Richard Nelson e Sidney Winter, haviam legado.

**2.3.2 - Pattern – Modeler (1990 – 1999)**

Nelson e Winter (1982) e Winter (1984) encontraram padrões de inovação de acordo com características da base tecnológica relevante para determinado setor. Usando simulações computacionais, estes autores exploraram como diferentes níveis de apropriabilidade e cumulatividade do conhecimento tecnológico levaram a diferentes trajetórias industriais (MALERBA & ORSENIGO, 1993). Estas variáveis tecnológicas alteravam sua configuração se combinando de formas diferentes, em regimes tecnológicos distintos. Este conceito foi assim definido: "A noção de regime tecnológico proporciona uma representação sintética de algumas das propriedades econômicas mais importantes das tecnologias, bem como das características do processo de aprendizado envolvido nas atividades inovativas" (MALERBA & ORSENIGO, 1997:84-85).

---

<sup>57</sup> “Professor Richard Nelson exerted a profound influence over my intellectual development” (MALERBA, 1983:iv).

Já em Malerba (1987) ocorrem menções ao conceito. Sua análise da evolução do progresso técnico e da estrutura da indústria de semicondutores na Itália aplica, de forma não-estruturada, os elementos do regime tecnológico<sup>58</sup>. O autor reconhece que mudanças no regime tecnológico podem associar-se a transformações de fôlego na estrutura industrial, enquanto outras vezes o regime pode ser alterado sem grandes modificações em termos de tamanho das firmas e concentração industrial (MALERBA, 1987:60).

No entanto, é em 1990 que surgirá o trabalho que conformou a agenda de pesquisa em regimes tecnológicos para todo o restante da década. Malerba e Orsenigo (1990) aplicaram o regime tecnológico ao caso das indústrias italianas. Os autores não apenas seguiram a agenda de pesquisa proposta por Nelson e Winter (1982)<sup>59</sup>(relacionando regimes tecnológicos foram relacionados não apenas com gastos de P&D), como a ampliaram, incorporando na análise dos regimes tecnológico variáveis relacionadas à estrutura industrial.

As variáveis teóricas que integram o regime tecnológico foram mais bem definidas e agrupadas em: apropriabilidade, cumulatividade, oportunidade e base de conhecimento. **Apropriabilidade** (*appropriability of innovation*): diz respeito a possibilidade de se proteger as inovações de imitadores. Este elemento tem um caráter ambíguo: regimes com alta apropriabilidade dificultam a difusão das inovações, consequentemente favorecem mecanismos de inovação do tipo *winner takes all* que imprime um efeito de incentivo à P&D. Ao mesmo tempo, a alta apropriabilidade impede a difusão e causa um efeito negativo de eficiência ao nível setorial (BRESCHI *et. al*, 2000).

**Cumulatividade** (*cumulativeness of technical advances*): pode ser definida como a propriedade de retornos crescentes da inovação. A inovação em  $t_0$  constituiria uma vantagem ao nível da firma, da tecnologia ou do setor de inovar em  $t_1$ . Haveria um mecanismo de auto-reforço positivo, que beneficiaria os pioneiros e tornaria a inovação

---

<sup>58</sup> “A relação entre estrutura de mercado e progresso tecnológico é notavelmente influenciada pelas características próprias da tecnologia. Mudando esta última no curso da história da indústria, em termos de características, custo, **complexidade**, **apropriabilidade** e **cumulatividade**, o papel da demanda, da oferta e da política pública na evolução da indústria muda profundamente” (MALERBA, 1987:59, grifo nosso, tradução livre).

<sup>59</sup> “It would be interesting to try to classify industries by regimes of technological change and to test whether there are differences between the regimes in the relations connecting technical progress with internal R&D expenditure” (NELSON & WINTER, 1982:351)

mais difícil de ser alcançada pelos *latecomers*, sejam eles firmas, tecnologias ou setores (DOSI *et. al*, 1994; BRESCHI *et. al*, 2000).

**Condições de Oportunidade** (*technological opportunities*): refere-se a probabilidade de inovar a partir de um montante fixo de investimento em P&D. “Alto nível de oportunidades representa um forte incentivo a inovação empresarial e denota um ambiente econômico que não é funcionalmente constrangido pela escassez” (MALERBA & ORSENIGO, 1993:48, tradução livre). A teoria do ciclo de vida da indústria diria que o nível de oportunidade é maior no início do ciclo e diminui ao longo do tempo, com o estabelecimento de incumbentes e de um desenho de produto dominante. No entanto, esta representação sempre decrescente das oportunidades tecnológicas não é compartilhada pelo regime tecnológico. Os regimes tecnológicos atribuem uma natureza mais dinâmica ao grau de oportunidade tecnológica, no qual setores “estagnados” podem passar a um grau mais alto a partir de uma regeneração das atividades inovadoras das firmas devido a P&D bem sucedida ou a grandes descobertas científicas (BRESCHI *et. al*, 2000). Variações no nível de oportunidades tecnológicas é o elemento que escapa com maior frequência do alcance explicativo do regime tecnológico, uma vez que ele depende muito do sistema nacional de pesquisa, da articulação entre laboratórios, organizações de pesquisa e a indústria, fatores que são definidos pelos Sistemas Nacionais de Inovação, mas que repercutem setorialmente (MALERBA & ORSENIGO, 1995; 1996a). Por fim, as condições de oportunidade podem ser classificadas também em função de sua pervasividade: algumas oportunidades são transversais a muitos produtos e setores, enquanto outras se restringem a produtos ou processos específicos (MALERBA & ORSENIGO, 1993). É importante ressaltar que, embora a literatura se concentre sobre as oportunidades *tecnológicas*, existem outros tipos de oportunidades, como oportunidades de mercado, que também incentivam a inovação.

**Base de Conhecimento** (*knowledge base*): é definida em termos da natureza do conhecimento que esteia as atividades inovadoras de uma firma ou de um setor. Ela diz respeito aos mecanismos de transmissão do conhecimento necessário para inovar e na natureza mais ou menos tácita deste conhecimento, seu caráter genérico ou específico, e seu nível de complexidade, *i.e.* a necessidade de integrar várias bases tecnológicas ou de articular mais de um tipo de mercado (DOSI *et. al*, 1994, MALERBA & ORSENIGO, 1993, BRESCHI *et. al*, 2000).

As dimensões do padrão de inovação - aproximações da resposta que a estrutura industrial daria a determinado regime tecnológico - são variáveis dependentes e definidas como grau de concentração, variação na hierarquia dos inovadores e taxa de natalidade de entrantes. Os resultados apontavam para padrões específicos de evolução setorial. Os setores eletrônico e farmacêutico se encaixaram no padrão rotulado como “schumpeteriano” (que Winter (1984) havia chamado de ‘rotinizado’): altos níveis de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade resultaram em alta concentração e estabilidade na hierarquia dos inovadores. Os setores de papel, alimentos e têxtil se encaixaram no modelo teórico ‘tradicional’ (que Winter (1984) havia chamado de ‘empreendedor’): baixos níveis de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade resultando em baixa concentração das atividades inovativas e alta taxa de entrantes inovadores.

A parceria entre Franco Malerba e Luigi Orsenigo deu frutos<sup>60</sup>. Em dois trabalhos seguintes, os autores expandiram esta trilha de pesquisa. Em Malerba e Orsenigo (1995) são analisados setores da Alemanha, França, Reino Unido e Itália; em Malerba e Orsenigo (1996a) Estados Unidos e Japão são incluídos. A metodologia dos artigos é semelhante: dados de patentes são coletados para se observar (i) concentração, (ii) assimetria dos inovadores, (iii) estabilidade na hierarquia dos inovadores e (iv) relevância dos entrantes, e então relacionar estes dados com as variáveis teóricas oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade. Ao encontrar um mesmo padrão para o mesmo setor em países diferentes, estaria comprovado o *imperativo tecnológico*:

“a especificidade setorial dos padrões de atividades inovativas enfatiza dois pontos. Primeiro, algumas características do ambiente tecnológico são comuns a um grupo de indústrias. Em segundo, estas características são invariáveis em alguma medida no que diz respeito ao ambiente institucional” (MALERBA & ORSENIGO, 1997:92-93).

Em Breschi e Malerba (1997), o regime tecnológico apresenta sua versão mais refinada e o *imperativo tecnológico* sua versão mais forte. Neste trabalho é lançada pela primeira vez o protoconceito de *Sistema de Inovação Setorial (SIS)*:

“An SIS is composed of those firms that are active in the innovative activities of a sector. More accurately, a Sectoral Innovation System (SIS) can be defined as that system (group) of firms active in

---

<sup>60</sup> A co-produção científica de Franco Malerba e Luigi Orsenigo estendeu-se para além desta fase de trabalho com os regimes tecnológicos. Eles continuaram trabalhando em conjunto mais tarde, desenvolvendo a segunda geração de modelos evolucionários - que serão o foco da sub-seção 3.2 – entre outros temas.

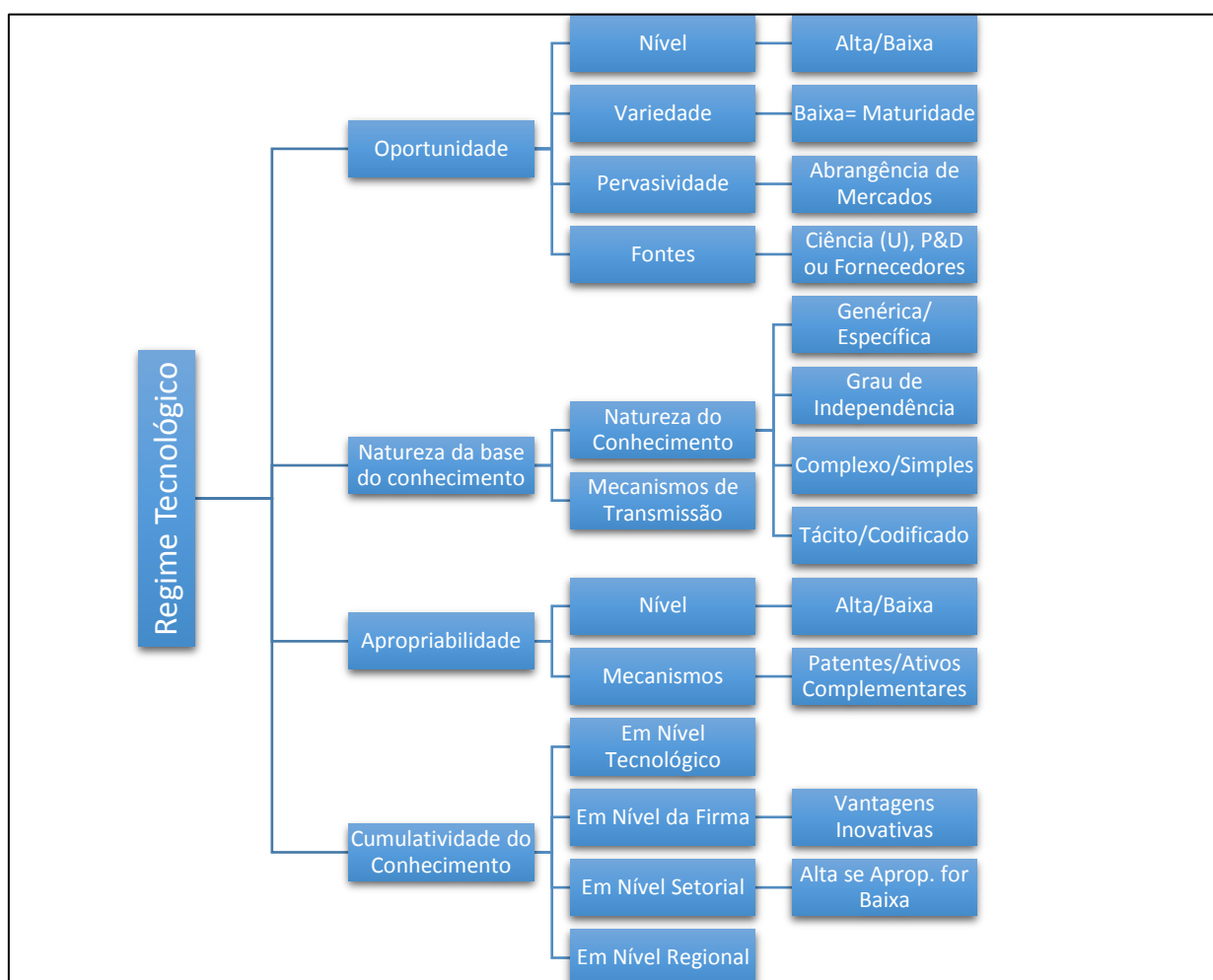
developing and making a sector's products and in generating and utilizing a sector's technologies" (BRESCHI & MALERBA, 1997:131).

O SIS não representa uma verdadeira ruptura com o arcabouço conceitual que vinha sendo utilizado até então (regimes tecnológicos). Este fato é evidenciado pelas características do SIS: seus atores centrais são empresas privadas e pouco espaço é reservado a outras organizações; ele reconhece a cooperação entre firmas, mas seu foco é a competição estimulada pelo ambiente de seleção; os limites geográficos do SIS são endógenos, o que significa que variam de setor para setor de acordo com o regime tecnológico predominante, podendo se sobrepor ao SNI ou ultrapassar as fronteiras nacionais; por fim, o SIS teria laços com a taxonomia de K. Pavitt<sup>61</sup> (1984) com respeito aos modos de aprendizado, ao regime de apropriabilidade e a importância da inovação. A aproximação entre a dinâmica industrial/inovação e a geografia da inovação não exige neste trabalho uma inflexão metodológica: acomodam-se variáveis espaciais no arcabouço pré-existente dos regimes tecnológicos, conforme a **Figura 10**. As questões colocadas são:

- Quais as forças fundamentais que atuam sobre a dinâmica do SIS?
- O que dá forma às fronteiras espaciais das atividades inovadoras nos diversos setores?

---

<sup>61</sup> É interessante observar que Pavitt (1984) e Winter (1984) investigavam as regularidades setoriais por caminhos diferentes. Pavitt (1984) constrói uma tabela *input/output* de inovações tecnológicas intersetoriais. Ele expõe os fluxos de inovação de um setor para outro, mostrando a importância da inovação intramuros/extramuros para cada setor. Sua análise evita generalizações e mais de uma vez ressalta a complexidade dos estímulos intersetoriais e da coevolução entre progresso técnico e estrutura industrial. Dessa forma ele se aproxima da metodologia *pattern-modeler* descrita por Blaug (1980) e pode ser apontado como um antecessor desta fase de produção científica de F. Malerba; Winter (1984) dá origem a uma sequência de simulações computacionais que procuram formalizar a teoria apreciativa herdada do evolucionismo e do behaviorismo a partir de modelos (MALERBA, 2006:34). Esta tentativa de se unificar história e padrões extraídos de fatos estilizados se aproxima da metodologia descrita como *Storytelling* (BLAUG, 1980). A questão da "formalização" e a consequente comprovação – ou teste – das supostas relações causais obtidas a partir desta metodologia e destes modelos é mais sensível: "because storytelling lacks rigor, lacks a definite logical structure, it is all too easy to verify and virtually impossible to falsify. It is or can be persuasive precisely because it never runs the risk of being wrong." (BLAUG, 1980:110). Este trabalho de Winter (1984) é um antecessor dos *history-friendly models*, tratados na sub-seção 3.2.

**Figura 10 - Elementos do Regime Tecnológico em sua versão especializada (SIS)**

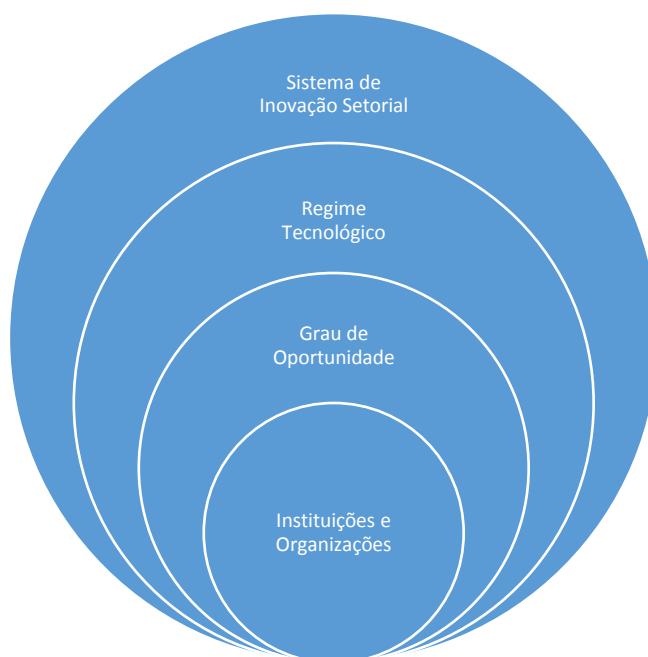
Fonte: elaboração própria, adaptado de Breschi e Malerba (1997:137).

A resposta antecipada é que fatores ligados à tecnologia de cada setor definem sua dinâmica e a forma espacial de suas atividades inovadoras. Estas forças tecnológicas seriam resumidas por um “vetor”: o regime tecnológico. Breschi e Malerba (1997) minimizam o determinismo tecnológico desta posição ao argumentar que no processo de constituição do conceito já estariam sendo considerados (i) o papel das organizações e (ii) a importância das instituições na dinâmica industrial e no padrão de inovação, como ilustra a **Figura 11**. Afinal, o regime tecnológico definidor dos parâmetros do SIS inclui dimensões como o grau de oportunidade, cuja dependência da existência de laboratórios e outras organizações de pesquisa é notória. Apesar desta *mea culpa*, a lista do *explanandum* é bastante ambiciosa:

“Our basic claim is that the forces that account for the dynamics of SIS and shape their spatial boundaries should be found in some specific features of technologies. Such features define broad prescriptions and trade-offs and ultimately shape and broadly

determine the nature and intensity of competition and selection processes, the geographical distribution of innovative activities, and the relevant boundaries of the innovative process. To summarize these forces, we use the concept of Technological Regime (TR)” (BRESCHI & MALERBA, 1997:132).

**Figura 11 - O fio da meada: o encadeamento explicativo das organizações e instituições no SIS**



Fonte: elaboração própria

Uma segunda evidência de como o SIS não avança para além do método dos regimes tecnológicos é a não inclusão da análise coevolutiva em seu escopo. A análise continua a ser unidirecional, apesar dos atores reconhecerem explicitamente que o SIS e o regime tecnológico coevoluiriam<sup>62</sup>.

Em um clássico trabalho sobre metodologia econômica, Blaug (1980) menciona os *pattern-modelers* (“modeladores de padrões”). Pesquisadores que adotam esta metodologia se recusam a se afastar do sistema que analisam – ou seja, a simplificar

<sup>62</sup> “Finally, it must be pointed out that SIS and TR are likely to co-evolve. In other words, not only SIS are affected by technology-specific factors (i.e., TR) but the way innovative activities are organized within a sector (i.e., SIS) is also likely to change some of the parameters defining the prevailing technological regime. For example, cumulativeness of technological knowledge is also likely to increase over time as sectors become more and more concentrated and established firms accumulate competencies and resources. **However relevant it may be, the issue of co-evolution of SIS and TR goes beyond the scope of this chapter**” (BRESCHI & MALERBA, 1997:132, grifo nosso).



excessivamente as estruturas analisadas – e encarariam satisfatoriamente, como comprovação para suas “explicações” dos fenômenos observados, quando novos dados encaixam-se em padrões esperados (BLAUG, 1980:109). O regime tecnológico estava propiciando os padrões e os novos dados podiam ser desde patentes de classes tecnológicas a dados relativos à distribuição geográfica das indústrias (na forma extrema de imperativo tecnológico, em que mesmo a geografia da inovação dependia do regime tecnológico subjacente (BRESCHI & MALERBA, 1997)). As obras listadas no **Quadro 6** pertencem a esta segunda fase de produção científica. Teria Franco Malerba abandonado sua complexa visão mesoeconômica em favor do *imperativo tecnológico*?

**Quadro 6 – Principais obras da fase “pattern-modeler” de F. Malerba**

Ano	Obra	Autores/Tipo
1990	Technological regimes and patterns of innovation: a theoretical and empirical investigation of the Italian case	F. Malerba; L. Orsenigo/Artigo
1993	Technological regimes and firm behavior	F. Malerba; L. Orsenigo/Artigo
1995	Schumpeterian patterns of innovation	F. Malerba; L. Orsenigo/Artigo
1996	Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific	F. Malerba; L. Orsenigo/Artigo
1997	Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics and spatial boundaries	F. Malerba; L. Orsenigo/Artigo
1999	Technological entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data	F. Malerba; L. Orsenigo/Artigo

Fonte: elaboração própria.

Certamente não. Em diversos momentos, os trabalhos pautados pela metodologia do regime tecnológico chegam a resultados ambivalentes, que evidenciam aos autores que outros elementos tinham parte na determinação dos padrões das atividades inovativas<sup>63</sup>. Além disso, uma coisa era encontrar padrões para classes tecnológicas; outra coisa bem diferente era tentar encontrar padrões para *setores*, que, no mundo real, são compostos por uma matriz tecnológica diversa. Mas a comprovação de que Franco Maleba mantinha-se coerente com sua visão da mesoeconomia está em *The Dynamics*

<sup>63</sup> Os limites ao imperativo tecnológico surgiam: "The relevant role of technological imperatives and technological regimes does not completely wipe away differences among countries. Important differences persist as a consequence of country-specific effects related to the national systems of innovation and the specific histories of firms and industries" (MALERBA & ORSENIGO, 1996a:464).

*and Evolution of Industries* (MALERBA & ORSENIGO, 1996b). Neste trabalho os autores dividem os estudos industriais em três níveis: (i) dinâmica industrial, (ii) dinâmica estrutural e (iii) evolução estrutural. Os estudos baseados no regime tecnológico são classificados como estudos de dinâmica industrial. O ciclo de vida da indústria é citado como uma das poucas abordagens que lançou alguma luz sobre o segundo nível – a dinâmica estrutural. No entanto, haveria uma lacuna no conhecimento científico com respeito ao terceiro nível, de evolução estrutural.

A evolução estrutural incorporaria o entendimento dos processos de surgimento de novos setores e de novas tecnologias, de transformação das competências das firmas, do rearranjo de redes e da participação das instituições setoriais e nacionais nestes processos. É uma agenda ambiciosa de pesquisa, que recupera os *insights* dos pioneiros dos estudos industriais (Marshall, Schumpeter e Kuznets são citados). Uma das primeiras tarefas nesta direção seria a ampliação das fronteiras da indústria, sua definição e o entendimento de como estas fronteiras mudam (MALERBA & ORSENIGO, 1996b). Como apresentado, Malerba já possui a visão ampliada das fronteiras da indústria, fato que seus estudos históricos industriais já haviam lhe legado. Faltava sintetizar esta visão que unia os processos de evolução no nível da firma via interações com os processos mais amplos de transformação tecnológica e institucional. Faltava definir como funcionava este *sistema*.

### 2.3.3 - Sistêmico (1999 - )

Assim como a agenda de pesquisa da fase *pattern-modeler* foi influenciada por Richard Nelson e Sidney Winter, a fase de pesquisa sistêmica se inicia com um claro chamado a ação por parte de David Mowery e do mesmo Richard Nelson:

“O sistema setorial pode ou não ser concentrado geograficamente, mas de qualquer forma ele envolve tipicamente um conjunto de instituições de suporte e uma estrutura industrial específica. O estudo dos sistemas de inovação setoriais e como eles diferem entre indústrias, países e eras deve estar no topo das agendas de pesquisa de economistas e outros pesquisadores interessados nas fontes da liderança industrial” (MOWERY & NELSON, 1999:370).

O livro organizado por David Mowery e Richard Nelson – *Sources of Industrial Leadership* – em 1999 marcou a retomada, por Franco Malerba, de estudos de caso de setores específicos. Com Tim Bresnahan, ele analisa a indústria de computadores em um trabalho que pode servir de modelo ideal de análise setorial baseada na metodologia histórico-analítica (BRESNAHAN & MALERBA, 1999). Os outros trabalhos presentes

neste livro também reavivaram o interesse de F. Malerba de produzir uma síntese da sua visão de dinâmica mesoeconômica. Não é por acaso que neste mesmo ano, F. Malerba publica o primeiro “modelo evolucionário de segunda geração” para a indústria de computadores, dando início a uma corrente de *history-friendly models* (MALERBA *et. al*, 1999, ver a **Tabela 2** adiante); e ainda, também em 1999, redige um ensaio sobre o instrumento analítico sistêmico que poderia enfrentar o problema da dinâmica setorial: o Sistema Setorial de Inovação (MALERBA, 1999).

Os elementos sintetizados no regime tecnológico não eram suficientes para explicar as variações no padrão inovativo e na estrutura da indústria. Os autores observam que elementos nacionais relacionados à história das firmas e das indústrias (até então considerados residuais) também tinham de ser considerados. Essa observação traz a tona um fato sobre o regime tecnológico e sobre seu sucedâneo (o sistema setorial): eles são ferramentas complementares do conceito de *Sistemas Nacionais de Inovação* – e não como comumente descrito, *spinoffs* conceituais do SNI<sup>64</sup> ou variações geográficas do SNI. Outros elementos explicativos da estrutura de mercado e industrial, para além das explicações tecnocentradas, ganham em importância e são reposicionados no centro da futura agenda de pesquisa, sejam tais elementos instituições, políticas públicas ou regimes de demanda<sup>65</sup>. Finalmente, o regime tecnológico pressupunha em sua concepção características dinâmicas. Em sua elaboração o conceito aceitava a mudança em seus próprios parâmetros explicativos, como mudanças na base de conhecimento, no grau de apropriabilidade ou nas oportunidades tecnológicas. Tornava-se claro à medida em que se acumulava conhecimento a respeito da influência dos regimes tecnológicos na estrutura de mercado que influências no sentido contrário também ocorriam<sup>66</sup>. Era preciso explicar onde tais mudanças se originavam, o que

---

<sup>64</sup> Uma das raras menções à origem híbrida dos Sistemas Setoriais de Inovação está em B. Lundvall, 2007, *Innovation System Research*: “The sectoral system approach is unique among the different approaches in not defining as analytical object a vertically integrated system. The approach may be seen as the outcome of a cross fertilisation between industrial and innovation economics” (LUNDVALL, 2007:4).

<sup>65</sup> “[...] the intriguing and complex relation between technology-specific factors and national systems of innovation come clearly at the forefront of future analysis in this area of research. How these two forces interact in shaping the actual patterns of innovative entry and exit and more broadly the patterns of innovative activity in a sector across countries remains on the top of the agenda for further research and requires detailed case studies and historical, qualitative and econometric analyses” (MALERBA & ORSENIGO, 1999:659);

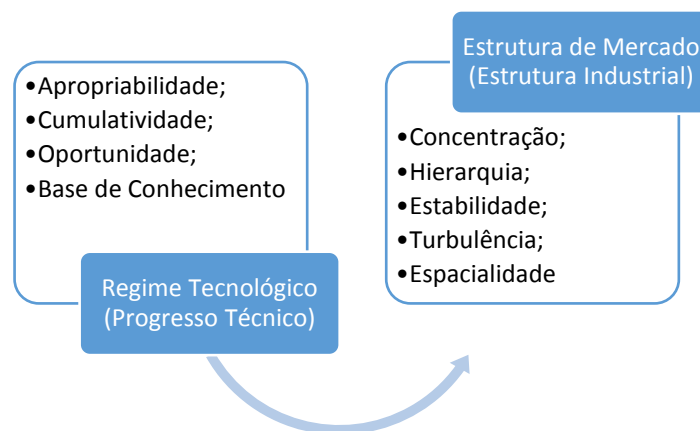
<sup>66</sup> Uma passagem em Niosi (2010) é bastante elucidativa da relação mais geral entre estrutura de mercado e regimes tecnológicos e mais especificamente, sobre a relação entre mudanças institucionais e transformações no regime tecnológico: “[...] technological opportunity, appropriability, and cumulativeness do not keep constant. They also change over time. The software industry was the archetypal

exigia a retomada da perspectiva coevolutiva. Amadurecia a necessidade de um instrumento teórico que permitisse compreender não apenas como a tecnologia determinava as estruturas de mercado, mas como o contrário também ocorria. Se faltava reconhecer explicitamente a necessidade de um avanço metodológico, isso ocorre em Malerba e Orsenigo (1996b). Os autores reconhecem que o conhecimento sobre a dinâmica estrutural das indústrias e, em um nível mais geral, sobre evolução industrial era exíguo e exigia novas observações empíricas e formulações teóricas:

“[...] the formal modelling of structural dynamics is still largely unexplored. Even more so is the theoretical modelling of structural evolution. Clearly, this state of affairs is due partly to the conceptual and technical difficulties that must be met. As mentioned previously, any serious attempt to build theory will have to come to grips with concepts such as firm competences, boundaries and connections. At the same time, it should be able to identify and restrict appropriately the mechanisms which generate particular dynamic paths of the forms of structural evolution.” (MALERBA & ORSENIGO, 1996b:83-84).

Lidar com “as competências das firmas, fronteiras e conexões”, como colocado no trecho reproduzido, pode ser compreendido como “historicizar, institucionalizar e espacializar” qualquer arcabouço conceitual que pretenda explicar a evolução estrutural da indústria. “Identificar e delimitar os mecanismos que geram evolução industrial” pode ser interpretado como o retorno aos mecanismos evolucionários (*p.ex.* coevolução entre estrutura de mercado e progresso técnico) enquanto dínamos da evolução industrial. Tratava-se, portanto, de recuperar a visão coevolutiva, o que está ilustrado na passagem da **Figura 12** para a **Figura 13**. Tanto a elaboração teórica (NELSON & WINTER, 1982; WINTER, 1984) quanto as aplicações do conceito (MALERBA, 1987) originalmente incorporavam a bidirecionalidade do processo. Os documentos mapeados entre 1990-1999, no entanto, trataram a relação progresso técnico – estrutura industrial como unidirecional, realizando um recorte dentro do esquema maior

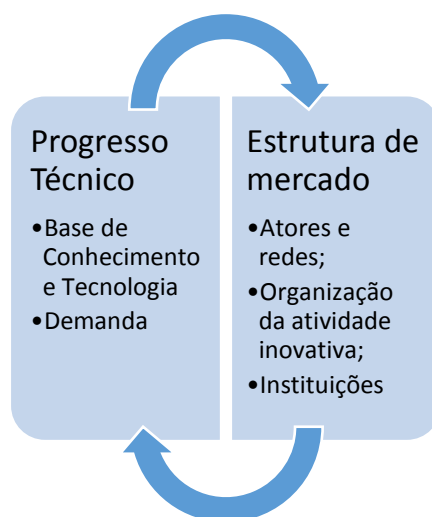
**Figura 12 - Regime Tecnológico: recorte unidirecional da determinação do progresso técnico sobre a estrutura de mercado**



Fonte: elaboração própria.

Malerba (1987) já tratava, antes de formalizar o regime tecnológico, da *coevolução* entre estrutura de mercado e progresso técnico, ao invés de observar apenas o efeito de um (regime tecnológico) sobre o outro (estrutura da indústria e padrões de inovação schumpeterianos)<sup>67</sup>.

**Figura 13 - Coevolução do Progresso Técnico e da Estrutura de Mercado**



Fonte: adaptado de Malerba (2005)

<sup>67</sup> “L’analisi dell’evoluzione dell’industria dei semiconduttori evidenzia inoltre che, a livello di dinamica industriale, la relazione tra struttura di mercato e cambiamento tecnologico è biunivoca [...] La duplice relazione tra struttura di mercato e cambiamento tecnologico, tuttavia, può passare attraverso diverse modificazioni durante il processo di transizione da una vecchia ad una nuova industria e da un regime tecnologico ad un altro” (MALERBA, 1987:59-60).

Os limites do regime tecnológico, portanto, se concentravam, de forma esquemática:

1. Na simplificação dos regimes de demanda;
2. Na explicação parcial da evolução industrial;
3. Na análise unidirecional de um processo reconhecidamente bidirecional (coevolutivo)

A mudança de perspectiva que se exigia leva forçosamente à passagem da **Figura 14** para a **Figura 15**. A **Figura 14** esquematiza o regime tecnológico como fator dominante na explicação dos padrões de inovação – e consequentemente da organização industrial. Nesta sobreposição parcial, a área clara seria a parte “residual” não-explicada pelos regimes tecnológicos, reconhecida pelos estudiosos, mas não explorada. Recuperando uma definição de regime tecnológico de Malerba e Orsenigo (2000): “Regimes tecnológicos explicam a diversidade intersetorial dos padrões de atividades inovativas e as forças que, se não fossem mediadas pelas especificidades dos sistemas nacionais e locais de inovação, tornariam estes padrões similares mesmo entre países” (MALERBA & ORSENIGO, 2000:311). A “mediação” das características nacionais mencionada é um elemento dos mais importantes para se compreender a evolução setorial; portanto, para uma compreensão mais ampla do fenômeno da evolução industrial, é imprescindível que um novo modelo incorpore esta dimensão em seu arcabouço.

**Figura 14 - A Relação Explicativa entre o Regime Tecnológico e os Padrões de Inovação**

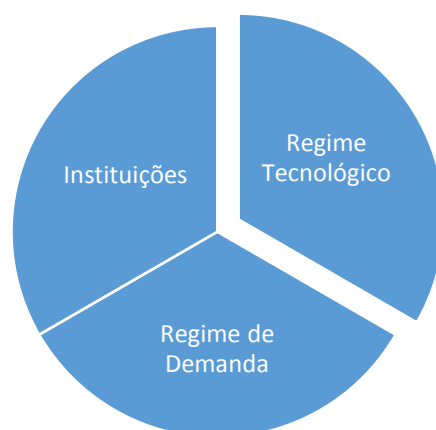


Fonte: elaboração própria.

A **Figura 15** denota a mudança: a estrutura industrial, sintetizada na figura pelo Sistema Setorial de Inovação, é explicada por fatores que incluem e sobrepõem o

regime tecnológico. Uma década de estudos baseados nos regimes tecnológicos comprovou a relevância da tecnologia como vetor de transformação industrial e refinou o conhecimento sobre alguns fatos estilizados da dinâmica industrial. Apesar disso, os dados empíricos longitudinais, os novos *insights* dos estudos industriais e a retomada da preocupação com a evolução industrial, exigiam uma nova metodologia. O *Sistema Setorial de Inovação* e seus saltos espasmódicos de avanços ora empíricos, ora teóricos, surgiram como uma resposta a este desafio metodológico que se tornava mais necessário à medida que a década de 1990 chegava ao fim.

**Figura 15 - A Nova Posição do Regime Tecnológico na Explicação da Evolução Industrial**



Fonte: elaboração própria.

Cumprе ressaltar que os regimes tecnológicos não são excluídos do arcabouço conceitual que amadureceria com o SSI (MALERBA, 1999, 2002, 2004). O regime tecnológico torna-se um componente de um sistema conceitual maior<sup>68</sup>. Ao tomar o caminho sistêmico, cabe ao seu propositоr explicar as relações entre as partes e os papéis que cada parte assume no sistema. As principais obras da terceira fase de F. Malerba estão expostas no **Quadro 7**.

<sup>68</sup> Os regimes tecnológicos continuam fazendo parte do SSI ao lado de um conjunto maior de conceitos, como destacado por Jung e Lee (2010): "[...] this article adopts the principles of Neo-Schumpeterian economics and the concept of the Sectoral Systems of Innovation (SSI) (Malerba, 2002, 2004), as well as its subconcept of technological regimes" (JUNG & LEE, 2010:1039).

**Quadro 7 – Principais obras da fase “sistêmica” de F. Malerba**

<b>Ano</b>	<b>Obra</b>	<b>Autores/Tipo</b>
<b>1996*</b>	The dynamics and evolution of industries	F. Malerba; L. Orsenigo/Artigo
<b>1999</b>	Sectoral systems of innovation and production	F. Malerba/ <i>Paper</i>
<b>1999</b>	Industrial dynamics and the evolution of firms' and nations' competitive capabilities in the world computing industry	T. Bresnahan; F. Malerba/Capítulo de Livro
<b>1999</b>	History friendly models of industry evolution: the case of the computer industry	F. Malerba; R. Nelson; L. Orsenigo; S. Winter/Artigo
<b>2002</b>	Sectoral systems in Europe: innovation, competitiveness and growth	F. Malerba <i>et. al</i> /Relatório
<b>2002</b>	Sectoral systems of innovation and production	F. Malerba/Artigo
<b>2004</b>	Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe	F. Malerba <i>et. al</i> /Livro

Fonte: elaboração própria. \*a obra de 1996 encontra-se fora do período determinado como a fase sistêmica do autor (1999-). No entanto, neste artigo encontram-se as perguntas-chave sobre a evolução industrial que começarão a ser respondidas a partir de 1999.

Abraçar a perspectiva sistêmica não significa abrir uma caixa de pandora conceitual e empírica em que tudo importa, mas selecionar criteriosamente certos elementos e relações que importam para a evolução industrial<sup>69</sup>. Acima de tudo, a trajetória da produção científica de F. Malerba é coerente. Basicamente, a fase sistêmica sintetiza as duas fases anteriores do trabalho de F. Malerba: a fase de história industrial e a fase estruturalista de busca por padrões. Esta união entre a busca por padrões e o reconhecimento das idiossincrasias históricas é o traço distintivo do SSI. Ele consegue acoplar as descontinuidades históricas – mudanças abruptas na base de conhecimento de um setor, alterações institucionais – com a estrutura gradualista de acumulação tecnológica observada pelos estudos neo-schumpeterianos precedentes.

Mais importante, agora é possível enunciar o *objetivo implícito* do SSI: **tornar-se um instrumento analítico mesoeconômico dinâmico**. Supostamente, o SSI teria internalizado os elementos responsáveis pela dinâmica no nível mesoeconômico – e

<sup>69</sup> “Malerba (1992, 2004, 2006) has offered a lucid synthesis of the significance of sectoral systems of innovation by identifying all of their critical elements.” (OYELARAN-OYEYINKA e RASIAH, 2009:22).



seria capaz de explicá-la. As críticas, todavia, surgiram. Elas foram endereçadas à visão econômica que o fundamenta e sua limitação para incorporar instituições entre os elementos explicativos da dinâmica setorial. Como antecipado, Coenen e López (2010) criticam a inserção *ad hoc* de instituições nas narrativas setoriais. Geels (2004) argumenta que da perspectiva dos sistemas de inovação, “Sometimes institutions are a ‘left-over category’ in analyses” (GEELS, 2004:899). Sua intenção é de prover um arcabouço que de fato inclua as instituições como um elemento estruturante e estruturado pelo processo dinâmico de evolução industrial e tecnológica (ainda que no nível mais amplo, Nelson (1994) e Nelson e Sampat (2001) tenham contribuído neste sentido).

A dificuldade de se imputar uma lógica dinâmica que conecte mudanças institucionais às mudanças na estrutura setorial/tecnológicas deriva da visão sobre evolução industrial herdada de Schumpeter e, de modo geral, da visão centrada sobre os processos econômicos. Quinn e Leavy (2005) ressaltam como perspectivas da dinâmica industrial alternativas ao *mainstream* “eficientista” são negligenciadas. Os autores citam dois outros *drivers* da dinâmica industrial, a saber (i) o poder de troca (*exchange power*) e o poder institucional (*institutional power*). Seu estudo sobre o setor varejista irlandês revela como o acúmulo de poder sobre a arquitetura institucional – intermediado por associações comerciais – tem grande influência na direção das transformações do arcabouço institucional setorial (QUINN & LEAVY, 2005). O SSI está amparado em uma visão específica da dinâmica industrial – analisada em seção anterior – que o permite encaixar em seu mecanismo lógico elementos responsivos aos estímulos eficientistas, mas de forma menos coerente elementos responsivos a outros tipos de estímulos. Uma boa parte da estrutura setorial (redes), da trajetória ou do regime tecnológico, das inovações e mesmo da formação da demanda (especialmente a intersetorial), é responsiva aos estímulos eficientistas. As instituições nem sempre se acomodam a esta regra. Elas estão mais próximas da lógica do poder<sup>70</sup>, emane este poder da capacidade econômica, legal ou política dos agentes envolvidos em sua definição (ACEMOGLU & ROBINSON, 2012; NIOSI, 2010). Geels (2004) incorpora esta dimensão do poder e afirma que a ação dos agentes, mesmo constrangidas por um

---

<sup>70</sup> “O problema fundamental é que necessariamente haverá disputa e conflito sobre as instituições econômicas. Diferentes instituições têm consequências diferentes sobre a prosperidade de uma nação, sobre como esta prosperidade é distribuída e sobre quem tem poder” (ACEMOGLU & ROBINSON, 2012:183-184).

sistema social de regras compartilhado, “é motivada pelo auto-interesse” (GEELS, 2004:907) e que “atores diferentes não têm a mesma força ou o mesmo poder. Eles diferem em recursos (dinheiro, conhecimento, instrumentos) e em oportunidades para realizar seus propósitos e interesses, e influenciar as regras sociais” (GEELS, 2004:909). Por esta razão, Schumpeter (1939) toma o arcabouço institucional como *datum* em sua análise dos ciclos econômicos<sup>71</sup>. Ele o faz não porque acredite que as instituições desempenham um papel menor na evolução econômica, mas porque sua integração inviabilizaria metodologicamente sua análise dinâmica. Por razão semelhante as instituições aparecem de maneira *ad hoc* no SSI, a despeito do reconhecimento de que elas co-evoluem com outros elementos do sistema. Quando sua transformação é reconhecida, recorre-se a relatos históricos que não explicitam porque, ao longo de uma dada evolução industrial, chegou-se a uma nova – e específica – configuração institucional. Veremos adiante que esta dificuldade traz implicações para o entendimento da co-evolução entre tecnologia, estrutura setorial e instituições.

Uma incorporação parcial das instituições no arcabouço do SSI foi bem sucedida. Pensando no esquema dinâmico do SSI como o “equilíbrio pontuado” proposto por Mowery e Nelson (1999), o arcabouço funciona razoavelmente bem quando a “pontuação” – ou descontinuidade – configura uma mudança institucional. Malerba e Orsenigo (2002) descreveram como alterações institucionais<sup>72</sup> redirecionaram a evolução do setor de biotecnologia. Pereira e Dequech (2015) incorporaram a descontinuidade institucional no estudo do SSI de telecomunicações para o Brasil e também a simularam em um exercício de *history-friendly model* (HFM). Esta forma de proceder geralmente se dá pela alteração de algum parâmetro como apropriabilidade, cumulatividade do conhecimento, etc., que afeta diretamente a performance/eficiência econômica dos agentes do SSI. Contudo, quando a influência no sentido contrário precisa ser explicada, o arcabouço não alcança evidências satisfatórias.

Malerba (2007) assume que os maiores desafios para se compreender a dinâmica setorial e sua relação com a inovação são: (i) o papel da demanda, dos usuários inovadores e grupos consumidores experimentais; (ii) o papel da base de conhecimento,

---

<sup>71</sup> “It should be observed that, like most other definitions of capitalism, ours is institutional. But of course the institutions which, with very rare exceptions, we treat as data throughout, are themselves the results of and elements in the process we wish to study” (SCHUMPETER, 1939:224).

<sup>72</sup> “De forma geral, a história da indústria farmacêutica pode ser analisada como um processo evolucionário de adaptação a grandes choques institucionais e tecnológicos” (MALERBA & ORSENIGO, 2002:669).

em especial a integração de conhecimento e a convergência tecnológica; e (iii) as redes e alianças de P&D<sup>73</sup>. Neste momento, ele ainda não reconhece a dificuldade de se integrar as instituições no arcabouço sistêmico. Estes quatro pontos (os três apontados por Malerba mais a integração parcial das instituições) limitam a capacidade do arcabouço de propor políticas de inovação. Apesar de ter reconhecido a multideterminação da inovação na teoria, na prática F. Malerba tece recomendações de *política tecnológica* – e não de inovação. Basta observar os títulos dos documentos (um artigo e um capítulo de livro) que F. Malerba dedicou ao tema de políticas baseadas no SSI: *Sectoral Systems and Innovation and Technology Policy* (MALERBA, 2003, grifo nosso) e *Increase learning, break knowledge lock-ins and foster dynamic complementarities: evolutionary and system perspectives on technology policy in industrial dynamics* (MALERBA, 2009, grifo nosso). Malerba (2003) lista algumas recomendações genéricas de política:

- Impactos de políticas horizontais e verticais variam de setor para setor: instituições como os direitos de propriedade intelectual afetam de forma desigual os setores; compreender as singularidades do efeito das políticas fortalece os SSI;
- O efeito das políticas de CT&I deve ser estudado comparativamente entre setores e entre países. Este esforço se insere na busca por elementos comuns que ensejam políticas comuns de CT&I;
- Fomentar a inovação/difusão em um setor envolve mais do que apenas a política tecnológica e da inovação, mas também a política industrial, científica e as políticas relacionadas à padronização;
- Auto-percepção: o gestor de política de CT&I deve ter ciência de que ele é parte do SSI – e portanto deve capacitar-se com conhecimento e habilidades adequadas para o SSI;
- A política deve considerar todos os níveis geográficos que influenciam na dinâmica da inovação (em especial quando envolve empresas transnacionais);
- A política de CT&I sempre está sob a pressão de escolher apoiar um SSI existente ou apoiar o desenvolvimento de novos SSI. Malerba trata da possibilidade de alguns setores resistirem à mudança tecnológica radical, suprimindo assim a inovação. O papel do gestor público neste caso é importante e delicado: fomentar a mudança abrupta leva a um alto nível de estresse no setor; não fomentar a mudança pode significar a ausência de inovação no setor. Quando há uma trajetória tecnológica alternativa contestando a trajetória corrente – ou seja, nos momentos em que há

---

<sup>73</sup> Destes três pontos, o papel da demanda foi o que mais avançou de 2007 em diante (MALERBA *et. al*, 2007; MALERBA & FONTANA, 2010; ADAMS *et. al*, 2012; MALERBA *et. al*, 2013; CAPONE *et. al*, 2013); o papel das redes e alianças de P&D certamente é o que menos avançou.

grande incerteza sobre a base tecnológica e a base de conhecimentos do setor – surge uma das *falhas sistêmicas*, em que os próprios atores capitalistas, via de regra, não serão capazes de sustentar a mudança de paradigma, cabendo ao Estado viabilizar a transição tecnológica. Quanto antes o Estado agir nestes casos, melhor a vantagem do pioneirismo deste novo SSI ou sub-sistema.

Malerba (2009) é mais específico. Ele enfatiza dois tipos de falhas: *falhas evolucionárias* e *falhas sistêmicas*. As falhas evolucionárias seriam: baixa condição de oportunidades, dificuldade no aprendizado das firmas (baixa acumulação de competências no nível micro), *lock-ins* tecnológicos e *tradeoffs* de apropriabilidade. As falhas sistêmicas podem ser causadas pela ausência (ou fragilidade) de um agente na rede, pela falta de interação entre agentes ou pela incapacidade de novos sistemas emergirem (ou se transformarem). Estas falhas justificariam a intervenção política. Este segundo conjunto de falhas marca o início de uma guinada rumo as políticas de inovação? Talvez, já que Malerba começa a considerar a importância das redes.

Mesmo assim, há um viés tecnocêntrico nestes trabalhos, possivelmente herdado da sua fase de trabalho com os regimes tecnológicos. Ele não considera no espectro de políticas de inovação, por exemplo, alinhamento de redes, falhas de rede e de governança (VON TUNZELMANN, 1998;2009). Também chama atenção o fato de que, em nenhum momento, políticas educacionais ou de qualificação sejam listadas como importantes para compor a mão-de-obra de determinado setor. Esta resistência em oferecer políticas de inovação mais abrangentes pode estar ligada também com a desconfiança do autor com relação a intervenção estatal<sup>74</sup> e sua leitura da mesoeconomia. Diretamente relacionada a esta desconfiança da competência estatal, Malerba (2009) traz também cinco tipos de falhas dos organismos políticos, como (i) incapacidade de aprender com os erros do passado, (ii) falta de flexibilidade e adaptabilidade, (iii) incapacidade de mapear os sistemas de inovação, (iv) falhas de visão e (v) falhas de coordenação. O trecho a seguir sintetiza sua visão de política de inovação mesoeconômica: “In a sectoral system perspective the main role of the policy

---

<sup>74</sup> “[...] policies of top-down central coordination of the emergence and the transition processes may prove problematic in systems that evolve in dynamic and uncertain settings, because the knowledge and capability requirements for the central coordination that the policy-maker needs to have are often widely distributed across the system. Think for example of the failure of the *dirigiste* attempt at central system coordination – the French ‘national champion policy’ of the 1960s and 1970s in mainframes [...]” (MALERBA, 2009:40-41). Ou quando comentando sobre políticas para *catching up*: “In many countries, however, these policies engendered not successful catch-up but a protected, inefficient home industry” (MALERBA e NELSON, 2012:4).

maker is to facilitate the **self-organization** of the sectoral innovation systems within the relevant policy domain.” (MALERBA, 2003:361, grifo nosso). Esta postura difere em algum grau da leitura que J. Niosi (2010) faz da política de inovação mesoeconômica, por exemplo. As recomendações de política de Niosi são tecnológicas, mas principalmente institucionais<sup>75</sup>, afinal o autor baseia-se nos sistemas de inovação que são um constructo institucional. E, enquanto F. Malerba enfatiza que o papel da política é facilitar a auto-organização do SSI, J. Niosi ressalta a importância do poder público de promover ativamente o desenvolvimento de *novos setores* pois é a adição de setores mais complexos, como serviços baseados em alta tecnologia e manufatura, que levam ao desenvolvimento econômico (NIOSI, 2010:2).

A diferença na postura dos dois autores pode ser justificada também a partir do foco multiescalar de ambos. Recorrendo mais uma vez ao esquema micro meso macro (DOPFER e POTTS, 2008), F. Malerba geralmente ocupa-se das políticas que visam a ligação micro meso e Niosi (2010), por outro lado, aborda as políticas meso macro; daí o foco deste segundo autor nas instituições nacionais – costumes, organizações, rotinas e políticas – e seu reconhecimento de que o poder dos agentes tem parte na dinâmica meso macro: “[...] institutions may be neither optimal nor reflective of any kind of optimality. They are more often the result of political power and pressure from various groups and the outcome of the relationship of different political forces” (NIOSI, 2010:18).

Apesar desta aparente incongruência entre um arcabouço para analisar a inovação (SSI) e proposições de política tecnológica, Malerba (2002) propôs uma agenda que almejava refinar o seu instrumento analítico antes de aplicá-lo a diferentes conjunturas políticas. Terá havido algum avanço no arcabouço do SSI desde que ele foi originalmente publicado em 2002? A intenção original em Malerba (2002) era esboçar os elementos teóricos e conceituais mais importantes para o SSI, as relações básicas entre seus elementos e suas formas de dinâmica, mas o mais importante era definir a agenda de pesquisa necessária para levar adiante a complexa tarefa de se criar uma unidade de análise mesoeconômica capaz de lidar com a dinâmica. Os pontos seriam,

---

<sup>75</sup> “Our view adopts the institutional explanation of catching up but focuses on institutions that foster adoption, creation, and diffusion of new science and technology. This approach is the theory of the system- of- innovation school” (NIOSI, 2010:3) e ainda, “Empirical evidence reveals no single, homogeneous path for catching up, yet there are patterns, all of which point to domestic nurturing of technological and **organizational innovation**” (NIOSI, 2010:19, grifo nosso).

àquela altura, quatro: (i) alinhar as análises de SSIs em torno de dimensões padrão, (ii) construir uma tipologia de SSIs, (iii) desenvolver as relações conceituais entre os elementos do SSI e (iv) desenvolver políticas públicas para fomentar os SSI.

Passados 15 anos da publicação que se tornou referência para o SSI (MALERBA, 2002), estes pontos avançaram em diferentes graus. O próximo capítulo coloca estes aprimoramentos em perspectiva e reavalia se os quatro itens da agenda de pesquisa de 2002 foram cumpridos. O capítulo terceiro também nos permitirá aferir se o SSI cumpriu seus objetivos explícitos e implícitos, tornando-se um instrumento analítico da dinâmica mesoeconômica após uma década e meia de trabalho.

### Capítulo 3 – Constructo em Movimento

O capítulo anterior termina com a agenda de pesquisa cujo objetivo seria avançar na construção do SSI. Esta agenda está em Malerba (2002). O presente capítulo observa o desenvolvimento deste campo – das análises setoriais baseadas no SSI – de 2002 em diante. A primeira seção discute os avanços teóricos e conceituais que foram agregados ao edifício do SSI – e ainda propõe vias pelas quais os *building blocks* poderiam ser aprimorados (cinco proposições). A segunda seção foca-se nas duas metodologias baseadas no SSI que se consolidaram pelo seu uso e capacidade analítica: a histórico-analítica e os *history-friendly models*. Finalmente, a terceira seção traz evidências bibliométricas da difusão do conceito na comunidade de pesquisa. A última seção também discute, a partir da observação de co-ocorrências bibliométricas, quais conceitos e *building blocks* recebem mais atenção por parte dos pesquisadores.

#### 3.1 – Aperfeiçoamentos no Sistema Setorial de Inovação

As mudanças na utilidade do arcabouço ao longo do tempo refletem os avanços que foram realizados por F. Malerba e outros pesquisadores. Aprimoramentos no arcabouço conceitual do SSI ocorreram ao longo de todo o período considerado. Como foi exposto, o conceito não emergiu a partir de deduções lógicas, mas de observações empíricas seguida de teorização. O método da tradição evolutiva baseada em sistemas setoriais ...

“[...] identifies empirical regularities, stylised facts or puzzles that need to be explained, develops appreciative theorising, conducts quantitative analyses and then builds formal models, which in turn feed back to empirical analyses in terms of tests, insights and questions.” (MALERBA, 2006:39).

Neste processo dialético entre a teoria e observação empírica, o arcabouço conceitual é construído e colocado à prova. Nesta sub-seção organizamos os documentos que balizaram os avanços em cada um dos *building blocks* do SSI a partir de 2002<sup>76</sup>. Eles também recuperam documentos anteriores que se constituíram como base para cada um destes *building blocks*. De forma geral, é possível identificar – e dispor no **Quadro 8** – as principais obras que se ocuparam de aprimorar o arcabouço conceitual do SSI após sua proposição em 2002. Nas próximas sub-seções, cada um dos *building blocks* é discutido detalhadamente. Os documentos selecionados não foram os

---

<sup>76</sup> Utilizamos a divisão do SSI de Malerba *et. al* (2004), que conta com três *building blocks*: Atores e redes; Base de Conhecimento e tecnologia; Instituições, como já discutido no Capítulo 2. A *Demanda* e os *Links e Complementaridades* também são especificados por razões que serão justificadas.

únicos a preparar o terreno para a definição de cada um dos *building blocks* (havendo uma extensa bibliografia responsável por isso, que remonta aos estudos de inovação e organização industrial desde a década de 1960); contudo, os documentos selecionados dialogam diretamente com a formulação posterior do SSI (MALERBA, 2002; 2004). Vale notar que uma obra na maioria das vezes avança mais do que um único *building block*, devido ao fato de que há grande interdependência entre eles. A divisão foi realizada para facilitar a exposição e sistematizar o estudo de cada elemento fundamental do SSI.

#### **Quadro 8 – Principais obras de aprimoramento do SSI**

<b>Ano</b>	<b>Obra</b>	<b>Autores/Tipo</b>
<b>2009</b>	Innovation networks in industries	F. Malerba; N. Vonortas (org.) /Livro
<b>2009</b>	Sectoral systems of innovation and production in developing countries	F. Malerba; S. Mani (org.) /Livro
<b>2010</b>	Knowledge-Intensive Entrepreneurship and Innovation Systems	F. Malerba (org.) /Livro
<b>2011</b>	Knowledge, supply and demand in industrial development: a sectoral systems perspective	P. Adams; F. Malerba/Artigo
<b>2013</b>	The magnitude of innovation by demand in a sectoral system: the case of industry users of semiconductors	F. Malerba <i>et. al</i> /Artigo
<b>2016</b>	Innovation and the evolution of industries: History-Friendly Models	F. Malerba <i>et. al</i> /Livro
<b>2016</b>	Toward a theory of catch-up cycles: windows of opportunity in the evolution of sectoral systems	F. Malerba; K. Lee/Artigo

Fonte: elaboração própria.

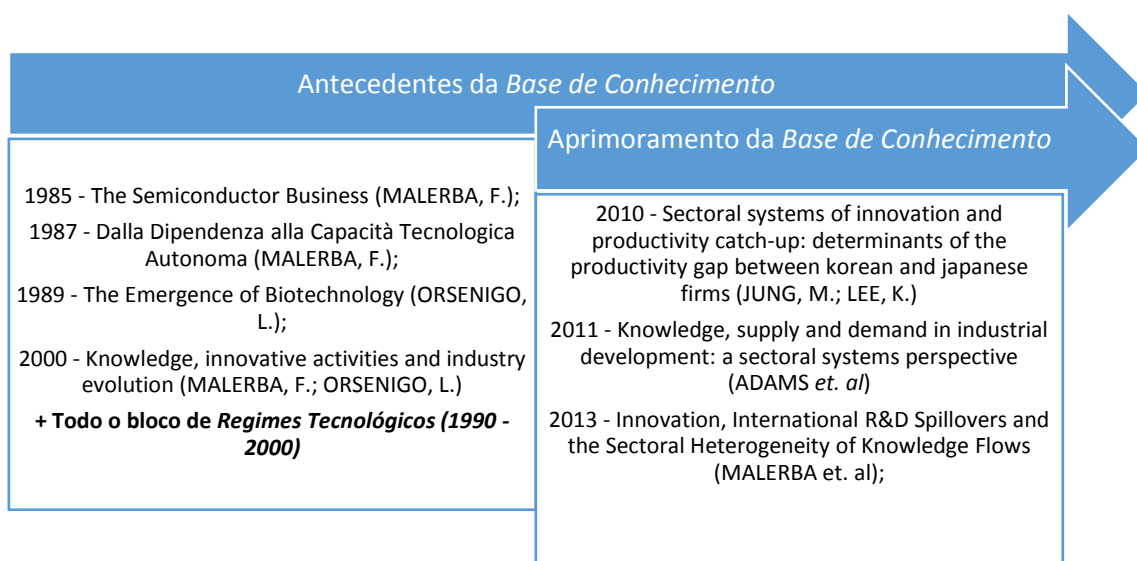
#### **3.1.1 - Base de Conhecimento e Tecnologia**

Dedicamos parte do capítulo 2 à análise dos regimes tecnológicos (a segunda fase do trabalho de F. Malerba), que são a base teórica e conceitual com a qual se trabalha “conhecimento e tecnologia” no escopo dos SSI. E os regimes tecnológicos continuam, como um sub-conceito, essenciais para se compreender os padrões de inovação em SSIs distintos. Os pontos elencados nesta seção tentam ir além das noções estabelecidas e difundidas pelo uso dos regimes tecnológicos, como a influência nacional sobre os padrões de inovação e progresso técnico e a importância dos transbordamentos do conhecimento.



Coenen e López (2010), ao compararem as abordagens do SSI, do STI e dos Sistemas Sócio-técnicos (GEELS, 2004), afirmam que a conceitualização de conhecimento no SSI seria na forma de uma *commodity*, “intrinsecamente conectada à tecnologia” (COENEN & LOPEZ, 2010:1154). Grande parte da literatura baseada no SSI de fato observa o conhecimento como um atributo associado à tecnologia; no entanto, Malerba & Orsenigo (2000) reconhecem explicitamente outros domínios do conhecimento, como o conhecimento de mercado (ou mercadológico); Malerba *et. al* (2016) ilustram a importância do conhecimento de mercado por meio de simulações nas quais o domínio do mercado (graças ao efeito de *bandwagon*) condiciona em grande medida a concentração industrial e a posterior evolução do setor. É impossível, portanto, concordar com a visão de conhecimento associada ao SSI oferecida por Coenen & López (2010): ela não é uma visão *commoditizada*, muito menos associada apenas a um único domínio (tecnologia).

**Figura 16 - Documentos formadores do *building block* “Base de Conhecimento e Tecnologia” e documentos posteriores de aprimoramento**



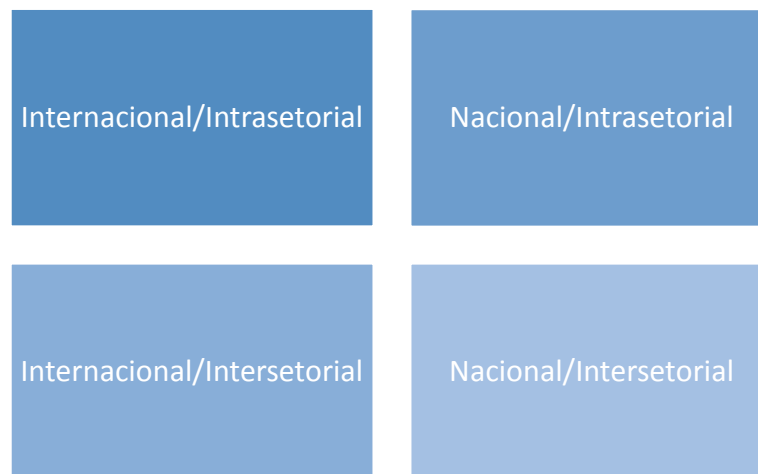
Fonte: elaboração própria.

Adams *et. al* (2011) investigaram a evolução da produção de conhecimento (neste caso tecnológico e não mercadológico) com o passar do tempo, associando as formas de produção a ciclos longos. Os autores definem um ciclo, de 1970 em diante, marcado pela especialização e descentralização na produção de conhecimento que se reflete na complexificação dos produtos. Cada produto passa a receber *inputs*

tecnológicos ou científicos de uma quantidade cada vez maior de atores especializados em um nicho do conhecimento. Essa tendência transformou a forma com que a empresa se organiza, inova, suas estratégias e até mesmo os tipos de atores que compõem um SSI.

Esta divisão do trabalho – produtivo e inovativo – incorpora uma tendência positiva e uma tendência negativa para as firmas e seus setores. Por um lado, a divisão na geração de conhecimento e especialização permite um número maior de agentes (o que é uma tendência dos SSIs) que são integrados e coordenados pelas redes (TICs) cada vez mais eficientes, explorando o que há de melhor em cada país ou região; por outro lado, existem limites para a divisão do trabalho que produz novo conhecimento: um produto complexo que exige a evolução simultânea do conhecimento em diversos nichos fica fora do alcance de uma única firma e talvez, mesmo de um conjunto setorial orquestrado – dado que existem tecnologias pervasivas que se expandem para outros setores. Há uma dificuldade crescente, portanto, na coordenação das atividades inovativas descentralizadas. Não é uma mera reprodução da teoria dos custos de transação (TCT), dado que esta dificuldade não implica apenas em custos, mas na própria impraticabilidade da inovação de um produto complexo: “uma coisa é coordenar o desenvolvimento e a produção de artefatos, mas outra coisa bem diferente é coordenar a evolução das bases do conhecimento subjacentes” (ADAMS *et. al*, 2011:174).

De um ponto de vista prático, Malerba *et. al* (2013) colocaram à prova um dos principais mecanismos de propagação de conhecimento: os *spillovers* de P&D. Utilizando dados de citações de patentes do escritório de patentes europeu (EPO), os autores conseguiram demonstrar que (i) os fluxos intrasetoriais de conhecimento científico-tecnológico entre agentes do SSI sofrem menos com a distância geográfica do que os fluxos de conhecimento intersetoriais; e (ii) que cada setor apresenta um tipo/padrão de efeitos de *spillovers* diferente, como esquematizado pela **Figura 17**.

**Figura 17 - Tipos de transbordamentos (*spillovers*) de P&D**

Fonte: adaptado de Malerba *et. al* (2013)

Estes resultados revelam alguns desafios para a geração de conhecimento setorial. É preciso observar se as interações para a geração de conhecimento são com atores do mesmo setor (intrasetorial) ou com atores de outros setores (intersectorial) e se com atores nacionais ou internacionais. Caso a interação para geração de conhecimento seja necessariamente internacional (os principais agentes geradores de conhecimento estão fora do país) é esperado que haja dificuldades na interação com agentes de outros setores – ou seja, as complementaridades dinâmicas no nível tecnológico são um desafio para interações intersectoriais. Ao passo que a tendência é de fragmentação da geração de conhecimento científico e tecnológico (ADAMS *et. al*, 2011), a questão da geografia da inovação ressurge com grande importância. Setores como o químico ou de máquinas-ferramenta têm interações predominantemente nacionais (intersectoriais para o primeiro e intrasetoriais para o segundo) (MALERBA *et. al*, 2013). Uma lacuna no tratamento destas complementaridades dinâmicas tecnológicas é: por que alguns setores se aproximam? Um esboço de resposta, baseado nas tecnologias de propósito geral, está exposto no **Box 3**.

Os domínios do conhecimento também são relevantes para os países que buscam elevar a produtividade de sua indústria. Jung e Lee (2010) encontram correlação positiva entre o grau de conhecimento codificado relevante para um setor e o incremento na produtividade total dos fatores (PTF) para o mesmo setor. Em seu estudo, os setores sul-coreanos baseados em conhecimento codificado se aproximaram muito mais (ou superaram) da PTF dos setores japoneses análogos. Outro elemento positivamente relacionado ao *catching up* setorial medido em termos de PTF é o grau de conhecimento consubstanciado em produtos – que permite a transmissão do conhecimento a partir da importação de bens (JUNG & LEE, 2010).

### **Box 3 - Tecnologias de Propósito Geral (General Purpose Technologies - GPT)**

Bresnahan (2010) faz um denso e minucioso relato da literatura de GPT. Este conceito é definido em torno de três características: uma GPT é amplamente utilizada, ela é capaz de ser aperfeiçoada e ela proporciona inovações em setores que a utilizam (*application sectors* – AS). De acordo com o autor, a união das duas últimas características leva à “complementaridade inovacional”, que significa que “inovações na GPT aumentam o retorno sobre a inovação em cada setor aplicante e *vice-versa*” (BRESNAHAN, 2010:764, tradução própria). Exemplos clássicos de GPTs são a energia a vapor e a eletricidade.

As características da GPT teriam implicações para a teoria do crescimento econômico, para a literatura de mudança tecnológica e para a história econômica e da tecnologia. O próprio conceito é relacionado com outros, como o paradigma tecnoeconômico

Brynjolfsson e McAfee (2017) argumentam que a GPT contemporânea mais importante é a inteligência artificial/aprendizado de máquina (*machine learning*). O ritmo de sua difusão – mais lento do que se poderia esperar – não é uma anomalia. Bresnahan (2010) relata que a energia a vapor demorou mais de um século para se difundir para todos os setores aplicantes. Existem gargalos que atrasam sua adoção, mas deve ser levado em consideração também o tempo que transcorre entre a adoção da GPT em um setor e as inovações naquele setor que emergem a partir daí e alimentam novas adaptações na GPT.

O ponto importante a ser enfatizado é que a GPT não implica uma menor importância do SSI como instrumento analítico mesoeconômico. Os desdobramentos da GPT são modestos se desconsiderados os setores pelos quais ela é adotada e os *feedback loops* positivos de inovação entre estes setores e a própria GPT: “It is worth pointing out that the idea that GPTs are important for growth is distinct from the idea that advances in GPTs are themselves important inventions. **It is the joint invention in GPT and many AS which creates economic value**” (BRESNAHAN, 2010:768, grifo nosso).

Estes pontos sublinham a relevância dos domínios do conhecimento para a evolução setorial, seja em países do centro ou para países em desenvolvimento. Um diagnóstico preciso dos fluxos e da natureza do conhecimento envolvido na evolução setorial permite a elaboração de políticas públicas que lidem com o cenário contemporâneo de dispersão da produção do conhecimento, que se por um lado é descentralizado, por outro dá mostras de desigualdade<sup>77</sup> na capacidade de se aproveitar deste panorama:

“Enquanto a divisão do trabalho e as fronteiras do conhecimento das firmas se expandiram até alcançar um diverso conjunto de atores e domínios do conhecimento tanto do lado da oferta quanto da demanda, a governança do conhecimento continua nas mãos de poucos atores devido à sua capacidade de coordenar, integrar e controlar bases de conhecimento tão diversas” (ADAMS *et. al*, 2011:180).

Qual a consequência disto para os SSI? A emergência de atores cuja competência principal é integrar conhecimento – sem estar diretamente ligado à manufatura ou a própria produção de conhecimento novo. A próxima seção apresenta esta nova espécie de ator do SSI: o integrador sistêmico.

**PROPOSIÇÃO I: o SSI pode se tornar um instrumento analítico meso mais completo se considerar as ligações entre setores que as bases de conhecimento de cada setor estabelecem. Aliar as tecnologias de propósito geral (GPT) à análise setorial pode facilitar o desenvolvimento de uma análise dinâmica, uma vez que inovações em setores aplicantes (AS) e na GPT fomentam inovações em outros setores. Pode também ser um caminho para se desenvolver a ligação entre os níveis meso (SSI) e macro (SNI).**

### 3.1.2 - Atores e Redes

A dificuldade com a qual qualquer conceito *sistêmico* precisa lidar é alcançar razoável grau explicativo em meio a sua complexidade<sup>78</sup>. Foi dito repetidamente, nos estudos baseados no SSI, que os atores setoriais são heterogêneos em termos de

---

<sup>77</sup> “While knowledge bridges are occurring, so also are knowledge divides. The spread of the Internet across countries as well as the adoption of related artefacts such as computers and the telephone gives an indication of the skewed growth of human knowledge. But what lies behind the uneven generation and diffusion of knowledge, and with it unequal development, is the diverging development of knowledge appropriating and creating capabilities” (OYELARAN-OYEYINKA e RASIAH, 2009:21).

<sup>78</sup> “[...] as soon as the systemic nature of the innovative process is (rightly, we wish to emphasize) recognized, it becomes at the same time necessary to identify, describe and analyse the specific structure of the system (or network) which is the object of study. This is the burden which falls on any systemic view” (BALCONI *et. al*, 2010:8)

tamanho e de competências. Foi dito que os atores incluem firmas e outras organizações, como institutos de pesquisa, universidades e outras sub-categorias e que eles se interrelacionam de forma setorialmente específica (MALERBA 2002; MALERBA *et. al*, 2004). No entanto, pouco havia sido dito além disto.

Sem uma tendência invariável, a mensagem parecia ser unicamente a de que cada setor teria seu conjunto próprio de atores, articulado de forma única. No entanto, o aprimoramento do SSI trouxe à tona observações de tendências gerais com respeito a atores e redes. Adams *et. al* (2011) encontraram uma tendência geral de ampliação do número de atores setoriais, o que implica em redes cada vez maiores. Ao mesmo tempo em que o número de atores cresce tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda, cresce também a divisão do trabalho inovativo. Paralelamente a esta ramificação do trabalho inovativo, surge uma classe de atores distinta não pelo seu tamanho, mas pela sua função dentro do sistema: os integradores sistêmicos (*system integrators*):

“Systems integrators are more than assemblers that operate within core networks. Rather they encompass the technological and organizational capabilities necessary to integrate changes and improvements in internally and externally designed inputs within existing product architecture” (ADAMS *et. al*, 2011:175).

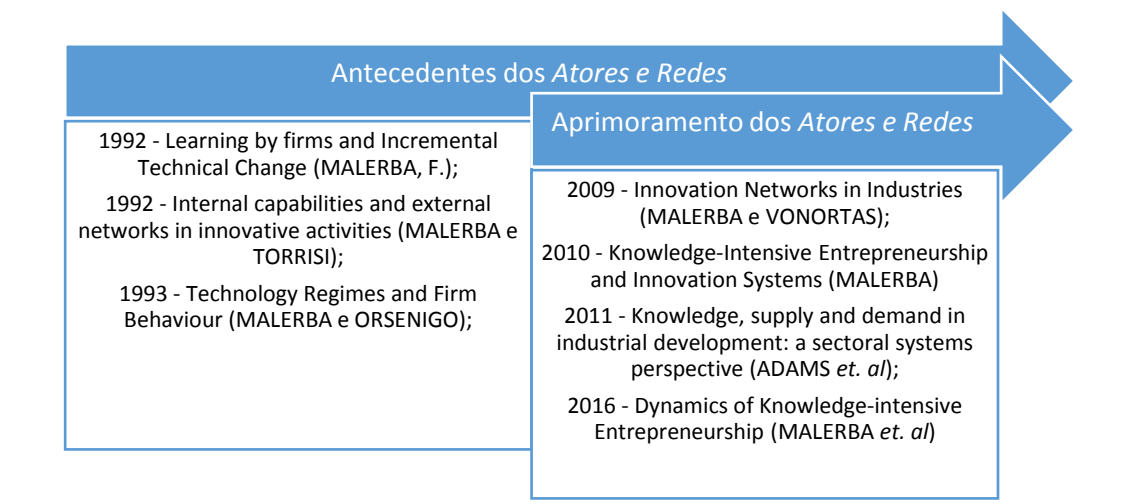
Esta classe de atores concentra o poder decisório da rede setorial, dado que a capacidade de integração do conhecimento tornou-se uma das principais *core competences* para inovar e produzir, competência esta que poucas firmas detêm<sup>79</sup>. Seu papel é mais importante quanto mais complexa a rede a qual pertencem. Sua capacidade integrativa levanta questões relativas à emergência de novos setores e a apropriação do valor gerado setorialmente. Os integradores sistêmicos já haviam sido mencionados em Malerba e Orsenigo (2000). Naquele trabalho os autores identificaram a capacidade destes agentes de manipular o projeto de produtos de forma a alterar as cadeias produtivas: estes agentes, ao possuir conhecimento de mercado (demanda) e da gestão tecnológica do seu produto e de seus componentes, têm capacidade de combinar e recombinar os *inputs* produtivos sem ameaçar o seu mercado cativo. Seria possível a

---

<sup>79</sup> Von Tunzelmann (2009) relata um processo de complexificação tecnológica semelhante ao descrito por Adams *et. al* (2013): “we can see firms [...] themselves becoming more complex organisations over the longer term: first, in moving from production in one region to production in several regions or countries (multinational organisations), second in shifting from producing a single product to producing a range of products (multi-product organisations), and third in developing a range of core technologies that they utilise rather than a single core technology (multi-technology organisations) [...] It goes almost without saying that this growing complexity increases the problems of integrating these dispersed technological competencies” (VON TUNZELMANN, 2009:11).

eles realizar *inovação organizacional* no nível de suas cadeias produtivas, como exemplificado por outros trabalhos listados na **Figura 18**, como Argou e Oliveira (2009).

**Figura 18 - Documentos formadores do *building block* “Atores e Redes” e documentos posteriores de aprimoramento**



Fonte: elaboração própria.

O reconhecimento da existência de uma classe de atores distinta cobre uma lacuna importante no arcabouço conceitual do SSI. Desde os estudos de regimes tecnológicos já havia sido observado que, independente do padrão schumpeteriano de inovação de um setor (com maior ou menor turbulência), os incumbentes sempre contavam por grande parte das atividades inovativas (MALERBA & ORSENIGO, 1995; 1996; 1999; 2000). Quanto à existência dos integradores sistêmicos, dois pontos são cruciais para o entendimento da dinâmica industrial e da inovação setorial: (i) o papel destes atores nos novos setores e (ii) sua capacidade de se apropriar dos frutos da inovação setorial. Identificar a existência e o poder de um integrador sistêmico sobre seu SSI, portanto, pode indicar a distribuição do valor gerado no setor – com implicações importantes para a territorialização do valor.

Mas o grande impulso na agenda microeconômica de F. Malerba e de seus colaboradores circunjacentes ocorreu via *knowledge-intensive entrepreneurship* (KIE) (MALERBA, 2010; MALERBA *et. al*, 2016b). As pesquisas dedicadas a KIE foram conduzidas no âmbito de dois programas de pesquisa com financiamento da União Europeia (o projeto KEINS e o projeto AEGIS). KIE é definido como “new ventures that introduce innovations in the economic systems and that intensively use knowledge”

(MALERBA, 2010:4). Inovação, conhecimento e os sistemas de inovação são encarados como os *building blocks* deste conceito. Os agentes realizando esta espécie de “empreendedorismo sistêmico” seriam empresas, indivíduos e organizações: heterogeneidade baseada empiricamente que exige ao menos três tipos de KIEs, (i) novas firmas, (ii) iniciativas em firmas existentes e (iii) *academic entrepreneurship*. Pode-se tomar os executores de KIE como os agentes responsáveis por **R1** – a geração de variabilidade no sistema econômico – ponto que o SSI sempre perdeu de vista em função de seu foco meso e da inexistência de dados para um conjunto tão heterogêneo de agentes micro.

Devemos ressaltar a importância deste ponto para o desenvolvimento de todo o restante das ideias apresentadas até aqui nesta dissertação. O capítulo 2 mostrou como F. Malerba, ao longo de suas fases de produção científica, sempre esteve engajado no estudo do nível mesoeconômico. Isto não significa que ele não se preocupe com o nível micro, muito menos que o tenha ignorado (**Figura 20**). No entanto, antes da agenda KIE, os esforços envidados para o estudo microeconômico associado à inovação não estavam diretamente conectados com o arcabouço meso proposto na forma do SSI. Com a agenda KIE, esta postura muda<sup>80</sup>. Há o explícito reconhecimento de que são dois níveis que devem ser integrados para a compreensão da mudança econômica via inovação: “how the type of sectoral system affects KIE in terms of sources of opportunities, type of networking, agreements and appropriability is worth exploring” (FONTANA *et. al*, 2016:197).

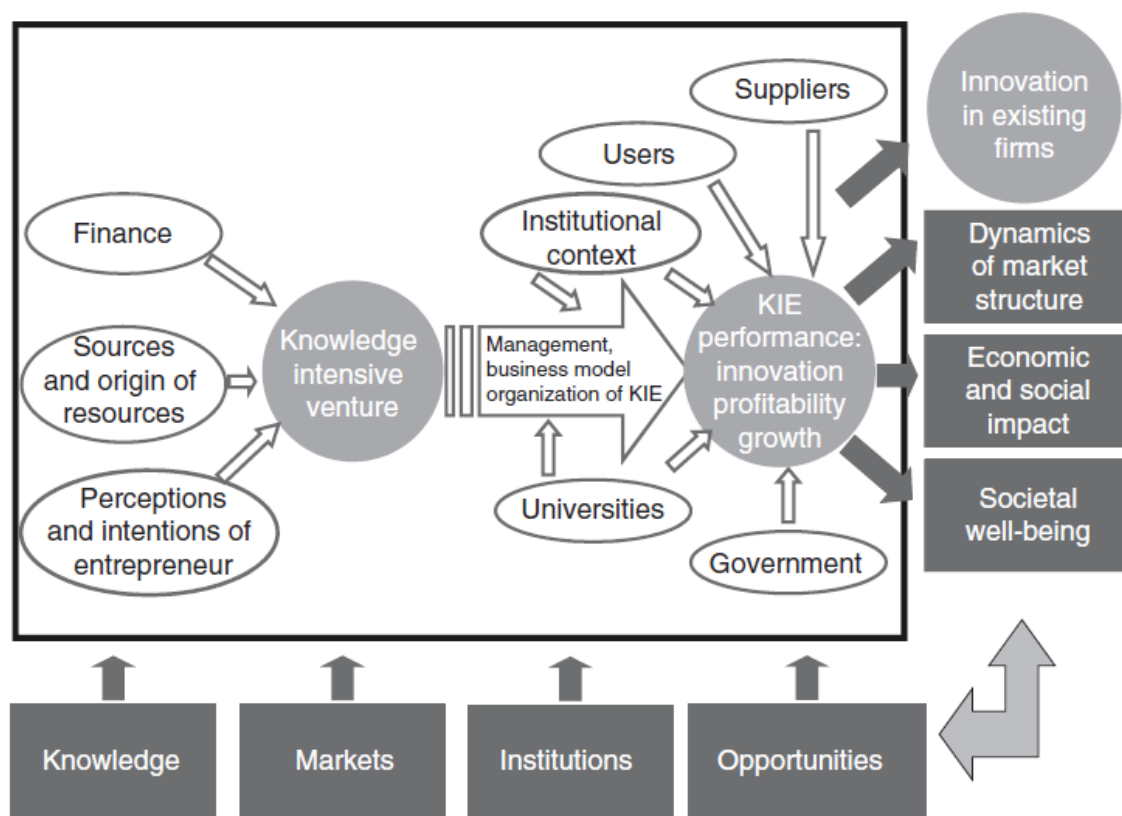
Malerba e McKelvey (2016) desenvolveram um modelo esquemático para entender como KIE leva a transformação das estruturas que lhe conformam (i.e., processo coevolutivo) representado na **Figura 19**.

---

<sup>80</sup> “[...] knowledge-intensive entrepreneurship is examined as context dependent, specific to the systems in which it operates – national, sectoral or local” (MALERBA, 2010:3)



**Figura 19 – A Visão Processual e Sistêmica do Empreendedorismo Intensivo em Conhecimento (KIE)**



Fonte: extraído de Malerba e McKelvey (2016)

A caixa principal retrata a empreitada (*venture*) dados alguns insumos chave, como finanças, recursos e capacidade do empreendedor. Além disso, a grande seta incluindo “modelos de negócios” ressalta a importância das estratégias dos agentes para o sucesso da empreitada. No entanto, outros elementos externos ao agente micro atuam sobre sua performance: dentro da caixa há elementos atuando sobre o resultado final tais como “universidades”, “governo” e “contexto institucional”. A caracterização dinâmica do processo fica por conta dos elementos externos à caixa principal. “Conhecimento”, “mercado”, “instituições” e “oportunidades” são as janelas de oportunidade que se abrem para a empreitada; a “estrutura de mercado”, o “impacto social” e o “bem-estar social” são formas diferentes através das quais a empreitada altera o próprio ambiente e as condições para futuras empreitadas baseadas em conhecimento (MALERBA e McKELVEY, 2016).

A agenda KIE permitiu também a primeira taxonomia de SSIs. Fontana *et al* (2016) se basearam no *survey* AEGIS e em entrevistas com mais de 4000 empresas europeias fundadas entre 2001-2007. As características do SSI consideradas foram (i)

fontes de conhecimento, (ii) objetivo de envolvimento em redes, (iii) tipos de cooperação, (iv) métodos de proteção de PI. Cinco setores arquetípicos foram encontrados. Os SSIs “difusos” não tem nenhuma das características listadas acima marcadas e seus representantes são a indústria calçadista; os SSIs “verticais para ativos produtivos” tem nos fornecedores e consumidores suas fontes de inovação (por isso verticais) e seu engajamento em redes objetiva formar laços produtivos; os SSIs “verticais para ativos complementares” tem as mesmas fontes de inovação que os anteriores, mas seu engajamento em redes ocorre para acessar canais de distribuição, financiamentos, etc. Com relação a proteção de PI, estes SSIs são marcados por métodos codificados e informais; o quarto tipo de SSI é o “Distribuído Informacionalmente”. Suas fontes de conhecimento para inovar provem de feiras e P&D externa. Além disso, seu engajamento em redes e os tipos de cooperação são marcados por acordos de P&D e contratação de P&D externa. Seus métodos de proteção são majoritariamente tácitos. O quinto e último tipo de SSI é o “Distribuído baseado em C&T”: suas fontes de inovação são universidades e institutos de pesquisa, seu engajamento em redes visa acessar ativos complementares, seus contratos de cooperação são usualmente de contratação de P&D externa ou de licenciamento e as formas de proteção são quase todas (formais, informais e tácitas) utilizadas (FONTANA *et. al*, 2016:204-6).

O avanço na identificação de processos microeconômicos de inovação e classes específicas de atores não foi acompanhado de avanços no estudo das redes que dão forma ao SSI. Para algo que é visto como a própria estrutura do setor, as redes foram negligenciadas como poucos outros elementos nos trabalhos de F. Malerba<sup>81</sup>. A exceção honrosa cabe a Landini, Malerba e Mavilia (2015), trabalho no qual os autores procedem a uma análise da rede científica colaborativa no Norte da África. Isto sinaliza que Malerba continua promovendo ativamente a interdisciplinaridade que o SSI prega e exige. Apesar desta exceção, o artigo supracitado mensura a rede científica em dois momentos e compara os resultados. Como veremos, esta comparação intertemporal não é o bastante para se analisar uma rede de forma dinâmica. Redes têm uma dinâmica própria, cujo entendimento aos poucos vem avançando na literatura. O **Box 4** traz a

---

<sup>81</sup> E isto em razão do próprio estado de desenvolvimento do campo. Malerba reconhece a necessidade de integrar as redes de forma mais acoplada à dinâmica mesoeconômica: “Given the empirical relevance of networks of collaboration in industries, what could one say more specifically about the role of networks of collaboration in innovation and industrial dynamics? Strangely enough, here progress has been more limited” (MALERBA, 2007:692).

perspectiva das forças endógenas e exógenas às redes, de acordo com a perspectiva de Giuliani (2013). As conclusões derivadas do seu estudo de caso tem de ser interpretadas com ressalvas: é apenas um estudo de caso que não pode ser prontamente generalizado; não engloba outros tipos de redes, como redes científicas, por exemplo; observa um *cluster* – ou seja, é uma rede geograficamente concentrada; o *cluster* observado está em claro crescimento/expansão, considerando as fases do ciclo de vida do *cluster* (*cluster life cycle*).

Estas ressalvas são importantes, mas algumas podem ser bem acomodadas para o que pretendemos – isto é, fazer dialogar seus achados com a literatura de SSI: as redes de conhecimento são – ao lado das redes científicas e as redes de alianças– as mais importantes para o SSI (MALERBA & VONORTAS, 2009). Além disso, existem SSIs dispersos geograficamente, mas não é raro o SSI ser regionalmente concentrado (como o SSI aeronáutico brasileiro, por exemplo). De qualquer maneira, Giuliani (2013) é mais importante pela sua ambição do que por seus resultados: encontrar forças (microfundamentos) que estão na raiz dos processos de mudança na estrutura das redes.

#### **Box 4 - Elementos de Dinâmica de Redes Pouco Abordados pelo SSI**

Giuliani (2013) estuda a evolução da rede de conhecimento do *cluster* de produtores de vinho da região do Vale do Colchagua, no Chile, entre dois momentos: 2002 e 2006. Além de uma comparação estática entre os indicadores de rede para os dois momentos, ela utiliza um SAOM (Stochastic Actor-Oriented Model) para testar cinco hipóteses sobre a microdinâmica da rede. Ao colocar a prova suas cinco hipóteses, Giuliani está propondo interpretações teóricas para as *causas* da mudança na rede, ou como ela mesmo coloca, as forças responsáveis pelas mudanças. Seu trabalho, portanto, vai um passo adiante da mera identificação da *direção* das mudanças. As hipóteses são:

H1: em *clusters* regionais, a **reciprocidade** promove a formação de novos elos de conhecimento entre as firmas;

H2: em *clusters* regionais, a tendência à **ligações transitivas** (*transitive closure*) promove a formação de novos elos de conhecimento entre as firmas;

H3: em *clusters* regionais, as firmas com **status** proeminente tendem a formar mais elos ao longo do tempo;

H4: em *clusters* regionais, firmas com bases de conhecimento semelhantes são mais propensas a formar elos de conhecimento do que firmas com bases de conhecimento diferentes - **semelhança**;

H5: em *clusters* regionais, quanto mais pobre a base de conhecimento de uma firma, menor a probabilidade desta firma de formar elos de conhecimento ao longo do tempo - **efeito piso** (*threshold*).

As cinco hipóteses distribuem-se em dois sub-conjuntos, que localizam os efeitos da dinâmica de redes em duas fontes distintas: efeitos endógenos à rede (H1/H2/H3) e efeitos endógenos às firmas (H4/H5). A autora testa se os efeitos endógenos à rede são os únicos responsáveis pela sua modificação ao longo do tempo, ou se efeitos provenientes das competências distintas das firmas – utilizando *proxys* para a base de conhecimento – também são co-responsáveis pelas mudanças na estrutura da rede. Seus resultados podem ser divididos em duas partes. A primeira parte diz respeito aos dados estruturais da rede em dois momentos: densidade, distância média, fragmentação. A análise mostrou que a densidade da rede aumentou, a distância média e a fragmentação diminuiu, mas o coeficiente GINI para a centralidade das firmas na rede manteve-se intocado. Isto significa que, apesar de movimentações no nível micro, o padrão de distribuição dos elos e a estrutura da rede manteve-se: um centro (*core*) densamente relacionado e uma periferia fracamente associada ao restante da rede. A manutenção desta disposição hierárquica deve-se ao segundo conjunto de resultados, derivado do SAOM. O segundo conjunto de resultados, disponibilizado pela simulação computacional, corroborou três das cinco hipóteses. Os efeitos de coesão (H1 e H2) e o efeito do piso mínimo da base de conhecimento (H5) foram comprovados pelo modelo. Não houve evidência que pudesse comprovar H3 e H4. Assim, para este caso, há fortes indícios de que tanto efeitos endógenos à estrutura da rede – os efeitos de coesão – quanto efeitos derivados das competências heterogêneas das firmas – base de conhecimento – são importantes na microdinâmica de rede. Giuliani consegue lançar alguma luz sobre a microdinâmica das redes e ainda provar seu ponto de que este fenômeno é composto por um conjunto de forças que co-existem na rede.

Podemos levantar a hipótese de que a falta de diálogo entre a literatura de SSI e a literatura de *social network analysis* deve-se à própria trajetória do arcabouço conceitual. Como exposto no capítulo 2, Franco Malerba e os outros pesquisadores que participaram da formulação do SSI estiveram ligados aos estudos industriais e quase a totalidade de seus trabalhos lida com interações de mercado pautadas pela concorrência. Assim, apesar do SSI reconhecer outras formas de interação<sup>82</sup> entre outros agentes, como a cooperação, seu desenvolvimento pleno pode ter sido dificultado pelo viés de seus formuladores. Existem, entretanto, algumas iniciativas esparsas no sentido de aproximar estas duas correntes.

Em Cantner e Malerba (2007), toda a terceira parte é dedicada a externalidades de rede e redes de inovadores. Além disso, identificou-se pelo menos três tipos de redes sobrepostas no SSI: redes científicas, redes de conhecimento e redes de alianças. Além desta variedade, há diferenças nas redes de setor para setor: “clear sectoral specificities exist, in the form of intensity of alliances, their content and their mode of organization” (ZIRULIA, 2009:72). A identificação das características da rede que estrutura um SSI permite observar, pela sua própria densidade e coesão, se este sistema tem tendência a desenvolver *lock-ins* tecnológicos e/ou solapar a geração de variabilidade tecnológica dada uma coordenação homogeneizadora da rede.

No livro organizado por Franco Malerba e Nicholas Vonortas, *Innovation Networks in Industries*, são abordadas as forças endógenas à rede, em especial o mecanismo de auto-reforço e hierarquização das redes. Os autores ressaltam a centralidade dos “nós” mais importantes na rede e sua capacidade de se beneficiar de sua posição, desenvolvendo competências associadas ao acesso à informação e ao fluxo de conhecimento que sua posição permite alcançar. Sobre este mecanismo positivo de auto-reforço, Vonortas (2009) admite que:

“Pesquisas apontam que firmas com maior quantidade de conexões nas redes e posições centrais nas redes estão mais propensas a realizar novas conexões, e esta tendência parece se aplicar para diferentes tipos de redes, incluindo parcerias, redes de citações de patentes e equipes de gerenciamento” (VONORTAS, 2009:33).

---

<sup>82</sup> “[...] networking should not be explained primarily in terms of “costs”, whether transaction costs or others, but should rather be examined in terms of strategic behaviour, appropriability, technological complementarity and other complementary assets and sociological factors such as inter-personal relationships of trust and confidence, and professional ethics of cooperation” (FREEMAN, 1991:512).

Uma rede densa, com muitas conexões estáveis e coesa, faz com que a rede se assemelhe cada vez mais a uma organização. Este padrão de interação leva a geração de hábitos e comportamentos legitimados pela rede, que acabam se institucionalizando (VONORTAS, 2009). A análise de redes, a cristalização de suas forças endógenas em convenções e a sua influência sobre a cultura organizacional dos atores do SSI pode ser, portanto, um caminho para se desenvolver uma análise institucional endógena ao SSI.

**PROPOSIÇÃO II: é crucial que a literatura de SSI se aproxime da análise de redes (*social network analysis*) e de seus *insights* sobre dinâmica de redes, sob pena de eclipsar as interações cooperativas que geram inovações no nível setorial caso assim não proceda. É preciso observar se estas redes são mais ou menos hierarquizadas: toda análise descritiva ou histórico-analítica de um SSI deve identificar se há um integrador sistêmico em sua rede de agentes e, havendo, qual seu efeito sobre a rede (estímulo positivo/complementaridade ou parasitismo/extração de valor dos outros agentes) que pode ser auferido pela tendência de aumento do número de agentes na rede e pelo padrão de interação da rede.**

### 3.1.3 - Instituições

Nelson (2002:18) é enfático ao afirmar que o SSI é um conceito institucional: “the notion of a national or a sectoral innovation system, which clearly is an institutional concept, has played a significant role in theorizing about technological advance”. Pode ser que, em sua formulação, o SSI seja como descrito por Nelson. Mas o SSI têm lidado bem com as instituições na prática?

O *building block* instituições talvez seja o menos explorado sistematicamente por Franco Malerba e por seus colaboradores. Houve alguma tentativa de analisar a evolução dos SSI em países em desenvolvimento a partir da lente institucional. De forma um pouco generalizada, Malerba e Nelson (2011) afirmam que haveria duas formas principais de interação instituições – SSIs: (I) as instituições nacionais impõem um tipo de seleção institucional que fomenta setores cujas necessidades são atendidas por elas, havendo uma espécie de *matching* institucional-setorial<sup>83</sup>, enquanto setores

---

<sup>83</sup> Esta interpretação de uma seleção institucional dos setores foi bastante trabalhada pela literatura que se convencionou chamar de “variedades do capitalismo”. Para esta abordagem, ver Casper e Solskice (2004) e Coriat e Weinstein (2004), ambos em Malerba (2004). Críticas a esta abordagem advêm do fato de suas categorias – economias liberais de mercado/economias coordenadas de mercado, etc. – tem dificuldade em explicar como ocorrem as mudanças institucionais e a mudança na composição setorial de um país.

com outras necessidades seriam progressivamente eliminados; outra possibilidade é de que (II) instituições setoriais em setores de ótimo desempenho (alto crescimento) sejam replicadas no nível nacional (MALERBA & NELSON, 2011:1652).

Seria possível, inclusive, que estas duas formas de interação ocorressem. É possível pensar, por exemplo, que a especialização setorial de um país passa pela dinâmica (II) e em seguida, consolida-se em uma trajetória definida pela dinâmica (I). De qualquer maneira, os estudos de caso baseados no SSI analisados pouco se aprofundam nas forças subjacentes à mudança institucional. Algumas destas forças foram sintetizadas no **box 5**, abaixo, mediante a contribuição de Strachman (2002).

### **Box 5 - Elementos Dinâmicos das Instituições Pouco Abordados no SSI**

E. Strachman define instituições “como regras e padrões de comportamento ou de interação entre pessoas, verificados em uma (ou parte de uma) sociedade, os quais adquirem alguma estabilidade, sendo, portanto, repetidos, ainda que por um breve período” (STRACHMAN, 2002:115). Embora esta definição esteja construída em torno da interação de indivíduos, o autor em seguida trata como “agentes” a unidade fundamental de análise. Além de afirmar que as instituições reproduzem os valores de uma sociedade, o autor menciona o entrelaçamento que marca as diferentes esferas institucionais (como já mencionado, entre instituições formais e informais, convenções e leis). Como consequência, “A criação ou mudança de algumas delas implica em impactos dinâmicos – vale dizer, ao longo do tempo – e muitos não-intencionais, sobre toda uma cadeia de instituições mais ou menos relacionadas” (STRACHMAN, 2002:119-120). O autor também distingue entre microinstituições – encontradas nas firmas e em mercados – e macroinstituições que vão desde agências reguladoras à ministérios e conformam o arcabouço institucional nacional. Strachman explora a questão da mudança destas instituições. Em primeiro lugar, ele reconhece que, assim como tecnologias, as instituições sofrem de *path-dependence*, isto é, sua trajetória futura está constrangida pela sua trajetória passada. Em segundo lugar, o autor assevera que as instituições apresentam um *tradeoff* entre a sua flexibilidade e a estabilidade. A flexibilidade permitira absorver novas instituições, alterá-las de acordo com estímulos provenientes da estrutura material da sociedade. A estabilidade garante alguma capacidade preditiva comportamental em meio à incerteza natural que marca o comportamento dos agentes. As mudanças que afetam uma instituição podem minar sua sustentação ou reforçá-la. As instituições teriam inclusive mecanismos auto-reforçadores e auto-destruidores. De acordo com Strachman, o balanço entre estas duas forças, no longo prazo, determina se uma instituição se manterá ou se será substituída. Estas forças evoluem de acordo com a funcionalidade da instituição e a sua capacidade de servir a um grupo de interesse. Os elementos que condicionam esta adequação ou caducidade das instituições são: **ideologias, política, interesses** e o **tempo histórico**. Strachman reconhece a influência mútua entre as técnicas e as instituições, mas de forma não determinística, e, como o restante de sua obra demonstra, sendo apenas um de vários elementos que participam na construção das trajetórias de mudança ou permanência institucional. Finalmente, Strachman reconhece que modificar instituições aporta incertezas que podem ser mais custosas aos agentes do que a manutenção de uma instituição que tornou-se anacrônica. Além disso, diferentemente das áreas técnicas, “as esferas institucionais e organizacionais [...] possuem um vocabulário e conhecimentos muito menos internacionalizados, homogêneos e consensuais, tornando-se mais protegidas de concepções diferentes das usualmente adotadas em seus respectivo *loci*, a despeito de sua eficiência ou não” (STRACHMAN, 2002:140-1).

A visão de Malerba & Nelson (2011) de que as instituições nacionais vão determinar o sucesso ou o fracasso de um setor deve ser relativizada. É mais provável, como mostram Pereira e Dequech (2015), que os setores sejam condicionados pelas instituições nacionais, mas que outras instituições, como hábitos associados ao padrão de demanda do consumidor, também tenham papel importante na evolução setorial. No caso do mercado de acesso à internet no Brasil, o baixo sucesso dos entrantes, a altíssima concentração setorial – dominada por quatro empresas herdeiras do modelo monopolista de oferta do serviço – e o padrão de longos períodos de difusão de novas tecnologias no setor, são todos fatores ligados ao hábito difundido do consumidor de optar por empresas estabelecidas e a perpetuação de uma regra informal de atualização tecnológica com retardo temporal (PEREIRA & DEQUECH, 2015). Os autores demonstram que as características setoriais, neste caso, foram marcadas por rotinas institucionais inerciais, que nem sempre são facilmente transformadas. Eles também indicam que uma instituição setorial (o hábito do consumidor deste setor) deu o tom da evolução do setor.

Quase totalmente negligenciada nos estudos baseados no SSI é a possível ascendência empresarial sobre os mecanismos institucionais – formais ou informais – que induzem a evolução industrial. Quinn e Leavy (2008) encontram evidências de que o “poder normativo” no setor de varejo irlandês foi mais importante do que a eficiência econômica dos líderes industriais na evolução do setor. Este poder normativo, consolidado nas associações comerciais, foi o que determinou o *standard* das margens de lucro, das políticas de desconto e da regulamentação da oferta (QUINN & LEAVY, 2008:51). Este ponto aproxima-se da essência da questão: a heterogeneidade de forças que subjazem as transformações nas firmas, nas técnicas e nas instituições.

Como já mencionado, o SSI propõe o setor como o *loci* da “mudança evolucionária”. O mercado setorial seria o mecanismo que selecionaria as rotinas, manifestadas pelas firmas, mais vantajosas do ponto de vista comercial. A tecnologia foi muitas vezes modelada como mais uma das rotinas da firma, e mesmo os processos de inovação internos à firma foram modelados como rotinas. A seleção de mercado se encarrega de determinar quais as rotinas, e, portanto, as tecnologias, mais aptas. Assim ocorre a dinâmica setorial, mas uma dinâmica parcial; afinal, onde estão as instituições neste esquema? Se as instituições coevoluem *pari-passu* a tecnologia e a estrutura do setor, quem está selecionando-as e por meio de qual mecanismo?



F. Malerba nunca deu uma resposta satisfatória a esta questão. Apesar de reconhecer a importância das instituições e a sua coevolução com os outros “blocos fundamentais” do SSI, em todos os momentos em que apresentou o arcabouço ele apenas tangenciou a problemática institucional: “Sectoral institutions may emerge either as a result of deliberate planned decisions by firms or other organizations, or as the unpredicted consequence of agents’ interaction. This requires a careful examination of each specific case of sectoral system evolution” (MALERBA, 2004:27).

Este último trecho lista dois mecanismos possíveis de transformação/dinâmica institucional:

- 1) Fenômeno emergente: as instituições emergem espontaneamente e sem o arbítrio de qualquer ator relevante no SSI;
- 2) Planejamento deliberado: a imposição da vontade – de um ator relevante ou da vontade coletiva – sobre o arcabouço institucional setorial.

O problema que acompanha estes dois possíveis mecanismos de dinâmica institucional é que nenhum dos dois é um mecanismo evolucionário padrão (como apresentado no capítulo 1). Por exemplo, qual a unidade fundamental que apresenta variabilidade intertemporal? Qual o mecanismo que produz a difusão/retenção dos traços selecionados nas instituições? Afinal, instituições sofrem difusão<sup>84</sup>? Tivesse a formulação do SSI deixado o elemento institucional como uma força exógena que constrange de fora para dentro a trajetória do setor, não haveria nada a discutir. Mas ao reconhecer que a transformação institucional é endógena ao setor, F. Malerba não nos oferece um mecanismo que possibilite compreender como este processo ocorre. Devemos reconhecer que coexistem, na unidade de análise setorial, mais de um mecanismo de seleção agindo sobre seus elementos fundamentais – e mecanismos que diferem em suas forças primárias. Vamos explorar as consequências que podemos derivar deste fato à frente.

---

<sup>84</sup> Strachman (2002) diria que as instituições sofrem pressões no sentido da difusão – daquelas com melhor performance e eficiência – mas que essa força sofre uma contra-tendência significativa por parte do aprofundamento institucional característico de um país/região. Esta contra-tendência à difusão ocorre por mais de uma razão: a incompatibilidade entre sistemas institucionais e instituições específicas (em um exemplo hipotético, adotar uma legislação específica de propriedade intelectual num ordenamento jurídico que não reconheça a propriedade privada); a estabilidade que instituições, mesmo defasadas, proporcionam; ao grau de risco que os agentes estariam expostos em uma transição institucional; a dificuldade de se emular instituições modelo; às idiossincrasias já mencionadas da linguagem e dos signos associados às instituições em seus contextos particulares. Todos estes elementos enfatizam (i) a mudança institucional incremental é mais plausível que a mudança institucional radical; e (ii) a eficiência tecno-econômica é apenas um dos elementos em um conjunto maior responsável pela mudança institucional.

Ao identificar esta lacuna no arcabouço do SSI, as instituições surgem como elementos *ad hoc*, que facilitam ou constroem determinados caminhos para o progresso tecnológico. Seria interessante observar de forma mais generalizada o papel das instituições – e analisar quais os mecanismos que o SSI dispõem para influenciar a evolução institucional e vice-versa. É necessário concordar, neste caso, com a crítica tecida por Coenen e López (2010): no SSI, as instituições são “contextuais”. Geels (2004) também observa a explicação insatisfatória da transformação institucional da perspectiva do SSI – embora sua proposta não resolva a questão e sim amplie a unidade de análise do setor para o “sistema sócio-técnico” de forma a englobar mais elementos.

Nos trabalhos posteriores de F. Malerba, pouco foi avançado na direção da solução desta indeterminação. Isto não o impediu de tecer comparações entre instituições setoriais como uma vantagem comparativa que permitiu o desenvolvimento de setores em determinados países em detrimento de outros (MALERBA e MANI, 2009; MALERBA e NELSON, 2012). Talvez o autor italiano não tenha enfrentado esta reconhecida lacuna<sup>85</sup> por antecipar que uma solução exigiria a acomodação de forças subjacentes ao processo de dinâmica institucional (relatadas por E. Strachman) que fogem ao escopo da teoria evolucionária. Houve, no entanto, quem enfrentasse, ainda que não diretamente, esta tarefa: Johann Peter Murmann.

Murmann (2003) não assume a tarefa de aprimorar o SSI. O que ele faz, na verdade, é uma análise empírica do setor químico alemão junto com o desenvolvimento teórico do conceito de coevolução. Neste processo, ele ilumina a questão da indeterminação da dinâmica institucional para os setores, além de contribuir com muitas outras questões relacionadas à liderança industrial e estratégias de administração. Murmann (2003) é uma exceção que consegue trabalhar com a influência da estrutura setorial e da base de conhecimento (do setor químico alemão à época de sua formação) sobre as instituições. O autor narra como ocorre uma concertação entre os líderes industriais do setor para influenciar a seu favor as mudanças no sistema de ensino superior alemão. O interesse dos industriais era a formação de mão-de-obra qualificada para suprir as demandas da base científica de conhecimento que havia se estabelecido no setor.

Em vista disso, o estudo de J. P. Murmann alinha-se com as forças associadas ao *poder normativo* proposto por Quinn e Leavy (2008) e estão claramente próximas da

---

<sup>85</sup> “A key issue to be addressed by current research refers to the emergence of sectoral institutions” (MALERBA, 2002:257).

concepção da dinâmica institucional de Strachman (2002): o interesse dos industriais químicos alemães superou as instituições de ensino refratárias à mudança; sua ação coletiva conseguiu manipular a transformação das instituições, no sentido de uma instrumentalização daquele sistema institucional. Ainda assim, J. P. Murmann captura apenas um dos elementos listados por E. Strachman como influentes na dinâmica institucional: os interesses. A ideologia, a política e os constrangimentos do tempo histórico passam ao largo de sua análise.

O problema da análise de J. P. Murmann – perfeita em termos empíricos e do caso abordado – é sua tentativa de teorização da mudança institucional observada para que uma teoria co-evolucionária seja corroborada. Para tanto, ele esboça uma teoria evolucionária da mudança institucional. Apesar de seu esforço, cabe questionar: as mudanças no sistema de ensino e nas leis de propriedade intelectual – que de fato, sofreram a influência dos agentes líderes do setor – teriam passado por um processo de seleção análogo à seleção de mercado que as firmas e as tecnologias que elas adotam passaram? Não fica claro, nesta suposta teoria evolucionária da mudança institucional, qual a unidade de transmissão (**R1**). Fica menos claro ainda o mecanismo de seleção (processo de transformação – **R4**). De fato, além da vontade de J. P. Murmann, há poucos outros fatores que nos levem a considerar a mudança institucional responsiva a mecanismos evolucionários tal qual as mudanças na estrutura concorrencial do setor. O problema fundamental é que as forças subjacentes à mudança institucional são muito diversas e de natureza específica, conforme apresentado por Strachman (2002). O poder e suas manifestações – como a prática de *lobby* – escapam a uma teoria evolucionária padrão, como tão bem exemplificado por Tapia (1995).

O mais impressionante ao se reconhecer este fato é a consequência direta de que a geração de prosperidade, a liderança industrial, que é o fato de que se ocupa o próprio livro de Murmann, reside apenas parcialmente na concorrência de mercado e em seus mecanismos evolucionários. Como ele mesmo reitera, a capacidade das firmas de manipular seu ambiente (*social environment*) cria vantagens competitivas entre setores concorrentes em países diferentes (o setor químico alemão vs. o setor químico britânico). É preciso haver a imposição de interesses coletivos<sup>86</sup> - setoriais - sobre macroinstituições e microinstituições, como leis de propriedade intelectual, sistemas de ensino e pesquisa e práticas fiscais.

---

<sup>86</sup> Nos aproximamos da questão da *governança*.

Na raiz desta dificuldade de se compatibilizar a mudança técnica e a mudança institucional (no nível setorial) reside a natureza da unidade de análise básica: a firma e seus agentes possuem algum grau de *racionalidade*. Coexistem, portanto, dois impulsos neste nível: um impele os atores a aprimorar suas chances de serem selecionados mediante a alteração de suas rotinas; o outro diz respeito à possibilidade e à capacidade dos agentes manipularem os próprios mecanismos de seleção. Uma teoria evolucionária que reconhece a racionalidade limitada (SIMON, 1957) das “unidades sendo selecionadas” não pode negligenciar o impulso que estas unidades vão colocar em movimento para modificar o mecanismo “selecionante” a seu favor. Murmann (2003) reconhece esta questão, e por isso sua definição de coevolução é esboçada desta forma:

“Two evolving populations coevolve if and only if they both have a significant causal impact on each other’s ability to persist. Such causal influence can proceed through two avenues: (1) by altering the selection criteria or (2) by changing the replicative capacity of individuals in the population without necessarily altering the selection criteria” (MURMANN, 2003:22).

Murmann precisa reconhecer a primeira via de causalidade, afinal, é alterando os critérios de seleção – o que os industriais fizeram ao manipular as instituições do setor e do país – que se fecha a pressuposta coevolução. Não há porque discordar desta definição proposta pelo autor. No entanto, discordamos quanto a capacidade de uma teoria evolucionária explicar o comportamento de ambas as influências causais.

Basicamente, então, a atenção das firmas (e as possibilidades estratégicas pautando seu comportamento) sempre estará dividida entre sair-se bem de acordo com as “regras do jogo” e/ou modificar as regras do jogo a seu favor. Caso a racionalidade dos atores estivesse ausente – sua reflexividade sendo nula, tornando-as incapazes de perceber que são unidades menores em um conjunto maior sendo selecionado – a segunda estratégia não existiria e o mecanismo de seleção não seria afetado pelas unidades. Subjacentes a estes dois impulsos que, em última instância, são os impulsos fundamentais de dinâmica setorial, estão as forças da concorrência.

A teoria econômica evolucionária funciona bastante bem para explicar a estratégia de alteração das rotinas visando uma performance superior frente às firmas concorrentes. Esta mesma teoria não é adequada para explicar o impulso de “instrumentalização institucional” (na falta de uma terminologia consolidada). Este impulso – que também deriva da força primária da concorrência – leva a firma, ou um conjunto de firmas, a disputar o *poder normativo* mencionado por Quinn e Leavy (2008). Ao invés de acumulação tecnológica e capacidade absorptiva, outros elementos

são cruciais na responsividade a este estímulo, que busca mudar as regras do jogo: o poder, o prestígio, as conexões com redes decisórias, a capacidade de influenciar outros nós da rede, em suma, a capacidade de firmas e grupos de firmas de manipular as instituições de acordo com seus interesses. Este impulso não parece se comportar de acordo com premissas evolucionárias. Sua análise demanda instrumentos de ciência política e sociologia, tais como os utilizados por Tapia (1995) para expor os grupos de poder direcionando a trajetória da política de informática brasileira.

A despeito desta observação, a questão da coevolução permanece. Os dois impulsos listados exigem uma construção metodológica e teórica interdisciplinar ainda por elaborar, pois não há dúvidas de que estão interligados. Um ponto de partida seria pela *governança* aplicada aos SSIs: observar qual a estrutura – redes, mercados ou híbridos<sup>87</sup> – utilizada para “organizar a ação coletiva” (PRAKASH e HART, 1999; VON TUNZELMANN, 2003; 2010). Sem entrar nesta seara interdisciplinar em que há mais dúvidas do que certezas, existem autores que conseguiram trabalhar bem com a mudança institucional no âmbito setorial.

Furtado (2015), ao analisar o setor elétrico lançando mão do SSI, consegue fazer o que consideramos ser o melhor uso do SSI para uma análise da mudança institucional. Sua análise é dinâmica: o autor parte da quebra institucional promovida pela mudança regulatória ocorrida nos anos 1970/80. Seu veredicto é de que a revogação dos monopólios e a ampliação do modelo concorrencial foram prejudiciais à geração endógena de inovações. O autor não utiliza estes termos, mas seu foco nas forças da concorrência e da cooperação são o canal que dinamiza o SSI. O aumento da concorrência após a quebra da institucionalidade vigente causou a diminuição da cooperação intrasetorial – que era o mais importante mecanismo de P&D privado para a geração de tecnologias não-proprietárias:

“O aumento da concorrência na prestação dos serviços e a diminuição das barreiras à entrada levaram as concessionárias a delegarem os esforços [de P&D] para seus fornecedores. Uma parte da P&D cooperativa deixou de ser executada porque as empresas buscaram

---

<sup>87</sup> Um exercício simples seria construir uma matriz em que o impulso de mercado poderia ser dar pela estrutura de mercado (i) concentrado ou (ii) desconcentrado e o impulso de “instrumentalização institucional” poderia se dar pela estrutura (i) hierárquica, (ii) de redes hierarquizadas ou (iii) de redes distribuídas. Uma análise empírica poderia identificar SSIs em cada uma das seis posições possíveis resultantes da matriz. Além de uma tipologia, poderíamos identificar trajetórias evolutivas para cada uma das combinações e se existe algum tipo de *matching* entre estruturas de mercado e estruturas de poder específicas (por exemplo, um setor cujo mercado é concentrado é compatível com uma estrutura de poder em rede distribuída?).

aumentar sua rentabilidade cortando seus custos” (FURTADO, 2015:31).

A. Furtado também consegue articular naturalmente o “passeio” entre o SNI e o SSI. Sua narrativa parte da peça institucional central definida nos círculos nacionais – a regulação – e desce para as particularidades institucionais que se alteraram no setor a partir daí. E. Strachman diria que A. Furtado conseguiu analisar o sistema institucional e pinçar “as fortes pressões que algumas instituições exercem sobre suas congêneres” (STRACHMAN, 2002:133). Além disso, ele consegue demonstrar como a alteração desta “macroinstituição” – a regulação nacional – implicou em mudanças incrementais nas “microinstituições” – tais como os mecanismos de financiamento elaborados pelo estado da Califórnia - que se mantiveram longo tempo após a quebra institucional inicial, em um rearranjo que se prolongou e ainda busca novas maneiras de conciliar as necessidades e os interesses de todos os atores envolvidos. Este “passeio” entre o SSI e o SNI chamamos de *abordagem multiescalar*. A análise do SSI conduzida em Furtado (2015) é:

- Multiescalar;
  - Centrada nas forças de cooperação e coordenação,
- E, por isso, é dinâmica.

**PROPOSIÇÃO III: Modelos estáticos de indução institucional devem dar lugar a novos esquemas interpretativos de interação entre instituições nacionais/setoriais – estrutura setorial; de particular importância é considerar o *poder normativo*, usualmente negligenciado, dos agentes que compõem o SSI sobre a determinação de seu arcabouço institucional e os impactos desta influência para a dinâmica setorial. Uma teoria adequada da transformação institucional relevante para o SSI ainda está para ser elaborada e embora seja correto afirmar que há coevolução entre a estrutura setorial/base de conhecimento e as instituições, a lógica que rege como cada uma destas influências age não é coincidente.**

#### 3.1.4 - Demanda

A demanda é o elemento dinamizador do SSI que mais recebeu novas contribuições. Como apresentado, as primeiras versões do SSI (MALERBA, 1999; 2002) não apresentavam a demanda como um elemento fundamental (*building block*). Estas versões incluíam a demanda no rol de elementos dinamizadores do SSI, seja como um componente de transformação do sistema ou como um dos tipos de

complementaridades dinâmicas. A terceira e definitiva versão do conceito (MALERBA, 2004) tampouco inclui a demanda no rol de elementos fundamentais (*building block*); no entanto, apresenta este elemento destacadamente dos outros temas associados ao SSI: a demanda é inserida no *building block* “Atores e Redes” e caracterizada como um agente relevante do sistema setorial.

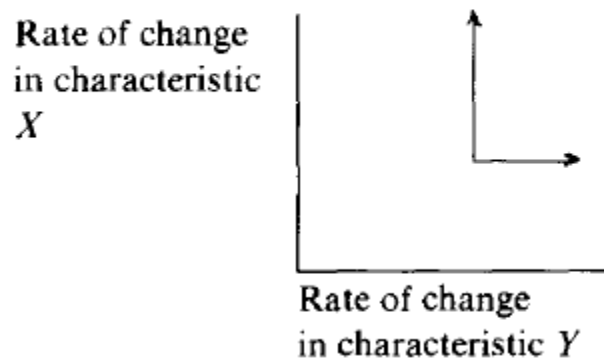
Isto faz sentido do ponto de vista dos sistemas setoriais, dado que a demanda não é encarada como “an aggregate set of similar buyers, but as being composed of heterogeneous agents the interaction of which with producers is shaped by institutions” (MALERBA *et. al*, 2004:28). A demanda não é encarada como um fenômeno econômico agregado, despersonalizado ou homogêneo; ela é definida em termos do comportamento dos *usuários intermediários* (MALERBA *et. al*, 2013:2) ou descrita como partes heterogêneas, com mercados marginais (*fringe markets*), e usuários experimentais. Tendo em vista estas particularidades, apresentamos seu aprimoramento destacado do *building block* a que ela pertence.

Desde Malerba (1985; 1987), o papel da demanda era qualificado como dinamizador da indústria. Ao analisar a indústria de semicondutores, Malerba (1985) identifica o que ele chama de *estrutura da demanda*. A estrutura da demanda dependeria do segmento específico – militar, civil, industrial – da demanda e das características do produto que este segmento privilegia (entre custo, performance, confiabilidade, etc.). Setores análogos em países diferentes poderiam ter sua evolução tecnológica diferenciada em função de diferentes estruturas de demanda. Esta evolução tecnológica refere-se à inovação incremental<sup>88</sup> e exerce um incentivo de intensificação da P&D em direções específicas, conforme a **figura 20**, de aprimoramento das características tecnológicas pré-existentes. Se a estrutura da demanda for marcada por um maior segmento de mercado que valoriza a característica X (em detrimento da característica Y) de certo produto, mais P&D será direcionado para aprimorar a característica X do que para outras características do produto (MALERBA, 1985).

---

<sup>88</sup> É interessante como Malerba (1985) qualifica este impulso da estrutura de demanda como de natureza distinta do *demand-pull*. De acordo com o autor, a estrutura de demanda influencia a trajetória tecnológica **dentro de oportunidades tecnológicas dadas e setorialmente reclusas**. Ou seja, a estrutura da demanda desenha uma trajetória tecnológica de inovação incremental, *sector-specific*. O impulso *demand-pull* ocorreria no nível agregado – afetando todos os setores – onde co-existem diferentes níveis de oportunidades tecnológicas, caracterizando taxas de avanço tecnológico distintas entre um ou outro setor.

**Figura 20 - A estrutura da demanda reforça uma dada trajetória tecnológica de inovação incremental**

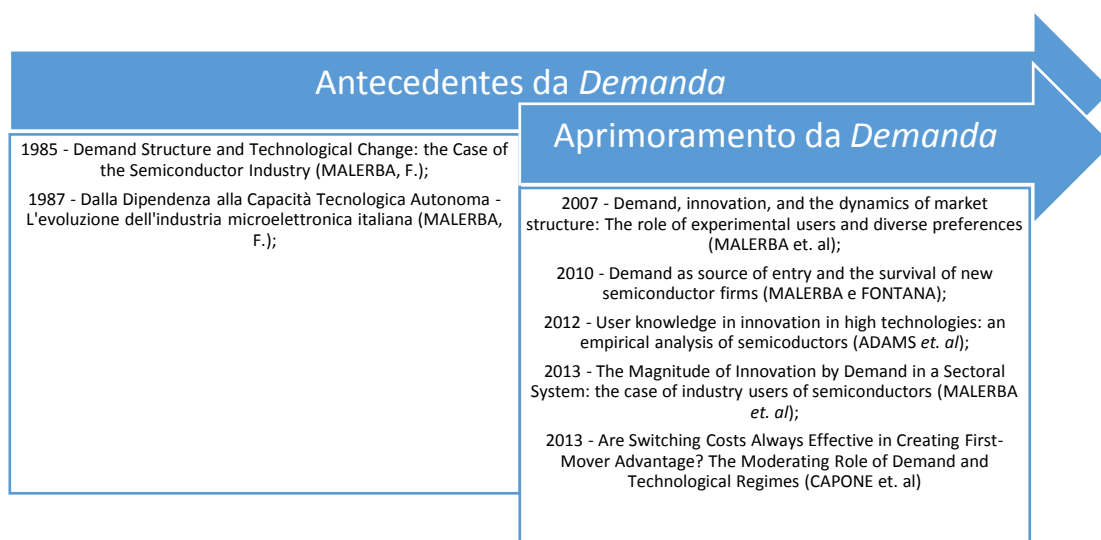


Fonte: Malerba (1985).

Os aprimoramentos referentes ao papel da demanda no SSI seguem dois eixos: o primeiro é o papel da demanda como fonte de inovação; o segundo é o papel da demanda como mecanismo de *lock-out* de tecnologias inferiores. As principais obras que avançaram no entendimento do papel da demanda no contexto setorial estão dispostas na **figura 21**. Tanto na geração de inovação quanto na sua difusão e dinamização setorial, a demanda tem papel tão destacado que levou Capone *et. al* (2013) e Malerba *et. al* (2016) a falarem em *regime de demanda* (análogo ao *regime tecnológico* abordado no primeiro capítulo).



**Figura 21 - Documentos formadores do bloco “Demanda” e documentos posteriores de aprimoramento**



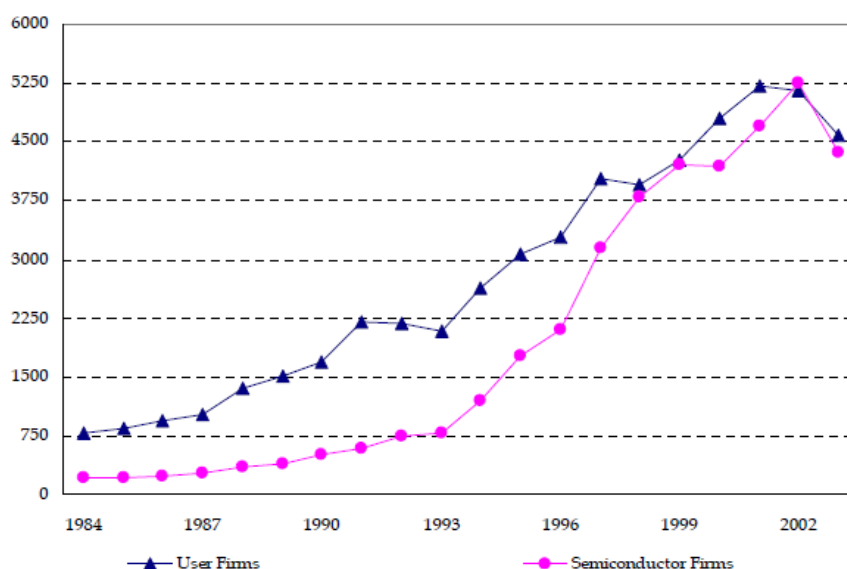
Fonte: elaboração própria.

O que teria mudado do conceito de estrutura da demanda (MALERBA, 1985) para o de regime de demanda (CAPONE *et. al*, 2013; MALERBA *et. al*, 2016)? Como dito, a estrutura da demanda condicionava a trajetória de aperfeiçoamento de um produto setorial, dentro de oportunidades tecnológicas dadas. No entanto, estudos da década de 1990 em diante – incluindo estudos histórico-analíticos e *history-friendly models* de setores – acabaram por descortinar um papel muito mais ativo da demanda (KLEPPER e MALERBA, 2010). Este papel mais ativo da demanda evoluiu ao longo do tempo – de um padrão homogêneo para um padrão heterogêneo de demanda que refletiu nas fronteiras ampliadas das fontes de conhecimento para inovação em um dado setor. Esta evolução de longo prazo está sistematizada em Adams *et. al* (2011).

A indústria de semicondutores proporcionou uma coleção de descobertas neste âmbito. Malerba e Fontana (2010) analisaram os entrantes no setor entre 1997 e 2007 e encontraram uma forte correlação entre a sobrevivência dos entrantes neste setor e a sua prévia experiência em mercados a jusante na cadeia – ou seja, os clientes ou usuários dos semicondutores tiveram mais sucesso quando se aventuraram naquele setor do que

outras *start-ups*. A demanda intersetorial surge como uma fonte de entrantes laterais, neste caso, ainda que mantenha sua importância enquanto estrutura heterogênea e diversificada<sup>89</sup> (estrutura de demanda). Além de novos entrantes, o conhecimento de uso específico do produto setorial (semicondutores) nessa indústria leva muitos usuários a ampliar as fronteiras tecnológicas do setor, patenteando por conta própria suas inovações. É esta dinâmica que Adams *et. al* (2012) identificam para o período de 1984-2003: a maior parte das patentes depositadas no escritório de patentes dos Estados Unidos (USPTO) neste período pertencia a empresas cuja área principal de atividade não era a produção de semicondutores. O **gráfico 1** demonstra esta intensiva atividade de patenteamento e desenvolvimento tecnológico encabeçada pelos usuários.

**Gráfico 1 - Número de patentes de semicondutores depositadas no escritório de patentes dos Estados Unidos, por indústrias produtoras e usuárias (1984-2003).**



Fonte: extraído de Adams *et. al* (2012).

Neste caso, fica claro como a inovação está acontecendo graças a ação de um ator pouco estudado nas abordagens de SSI: os usuários que compõem a demanda do produto setorial. Adams *et. al* (2012) alertam: “Studies that focus on innovation only from the producer side, therefore, risk missing an important contribution to innovation” (ADAMS *et. al*, 2012:295). Tendo em vista este papel mais abrangente da demanda na interação com a evolução setorial e a inovação, Klepper e Malerba (2010:1517)

<sup>89</sup> “In the semiconductor industry demand has always been heterogeneous, being composed by users active in quite different industrial sectors [...] Over the course of the evolution of the industry, the heterogeneity of demand has steered the trajectories of technical change and product development in different directions, depending on the type of uses and market segments” (MALERBA & FONTANA, 2010:1632).

propõem a seguinte lista de pontos que foram e continuam sendo avançados na agenda de pesquisa:

- Papel da demanda na emergência de novas tecnologias e em descontinuidades disruptivas;
- A estrutura da demanda (segmentação e heterogeneidade);
- Entrantes usuários e seu efeito sobre o setor;
- As relações entre o usuário e o produtor e as fontes de conhecimento inovativo;
- O link entre a dinâmica da estrutura de mercado *upstream* e *downstream*

Em suma, a demanda passa a ser vista como um componente condicionante de muitos aspectos da evolução industrial. Isto leva Malerba *et. al* (2016) a ponderar: “Nós agora colocaríamos os regimes de demanda no mesmo nível dos regimes tecnológicos no que diz respeito a compreensão da evolução industrial” (MALERBA *et. al*, 2016:227).

**PROPOSIÇÃO IV: Os *Regimes de Demanda* podem se converter no caminho para identificar conceitualmente como novos setores surgem e também como ocorrem as relações entre os setores (intersectorialidade pela demanda).**

### 3.1.5 - Links e Complementaridades Dinâmicas

Este pode ser encarado como o elemento mais complexo e promissor do SSI. Considerar este elemento (que nas primeiras formações do SSI conta como um *building block*) significa reconhecer a complexidade do sistema econômico. As complementaridades intersectoriais podem ser estáticas ou dinâmicas; além disso, podem ser de três tipos: de *inputs*, de tecnologia e de demanda. As estáticas não são o foco da perspectiva do SSI. Cabe descrever brevemente os três tipos dinâmicos de *links* e complementaridades:

- ***Inputs*:** os *links* intersectoriais que se dão pelo fornecimento de insumos de um setor para outro são antigos conhecidos. Sua apreciação estática remonta aos exercícios de matrizes de insumo-produto de Leontief (1941); sua importância dinâmica já transparece em estudos neoschumpeterianos. Sylos Labini (1984 [1956]) comenta o efeito dos *links* intersectoriais de *inputs* em duas formas de mercado distintas :

“Existe uma diferença fundamental entre as várias formas de mercado no que se refere às consequências das inovações e dos aperfeiçoamentos técnicos que determinam reduções de custo. Em concorrência, essas reduções são seguidas por quedas de preços correspondentes: **se os bens cujos preços caem são usados como**

**fatores produtivos** e, portanto, entram como custos em um número relevantes de empresas, põe-se em funcionamento uma série de repercussões que já examinamos e que criam, em muitas empresas, direta e indiretamente, incentivo ao investimento. No oligopólio, ao contrário e, a *fortiori*, no monopólio, essa série de incentivos se desenvolve somente em condições particulares e, portanto, limitadas.” (LABINI, 1984 [1956]:150, sem grifo no original).

Este foi o caso dos computadores até os anos 1980. As complementaridades eram dinâmicas porque ocorriam *feedbacks* entre as inovações de *hardware* e *software*, fazendo com que inovações de produto/processo em um setor retroalimentassem inovações de produto/processo no outro; as trajetórias tecnológicas e a evolução dos dois setores eram condicionados mutuamente (MALERBA, 2002:255). Em Furtado (1967) há a proposição de que o fenômeno do desenvolvimento econômico pode ser observado apenas quando se olha para o sistema econômico como um todo. As transformações na produtividade de um setor são acompanhadas da destinação dos novos recursos gerados para acumulação intrasetorial ou transbordam como ganhos de produtividade intersetoriais (via redução dos preços dos produtos em que houve ganho de produtividade originalmente). A escolha de alocação deste *surplus* depende da estrutura de mercado – oligopolizada ou não – conforme dito por Sylos-Labini. O que C. Furtado faz é ir além e demonstrar que “a forma de distribuição da renda adicional e as elasticidades-renda da procura de bens de consumo serão responsáveis pelas modificações que surgirão na procura global. Certos setores serão privilegiados, ao passo que outros verão sua procura permanecer estacionária ou mesmo declinar” (FURTADO, 1983 [1967]:80). As complementaridades via *inputs*, portanto, têm seu impacto dinâmico sob os setores condicionada em um primeiro momento pela estrutura de mercado (na possibilidade de se difundir intersetorialmente o “elemento motor” do ganho de produtividade) e em um segundo momento pela estrutura de distribuição de renda, ou o que C. Furtado chama de “expressão dos valores de uma coletividade”;

- **Tecnologia:** Complementaridades dinâmicas entre tecnologias básicas significam que um setor pode ter, em sua base de conhecimento, mais de uma tecnologia, formando uma matriz tecnológica. Avanços na base tecnológica podem acontecer em outros setores, e seus efeitos (*spillovers*) podem ser sentidos intra e intersetorialmente (MALERBA *et. al*, 2013). Em suas primeiras

formulações, o SSI é visto como tecnologicamente homogêneo, uma suposição simplificadora que talvez seja justificada dado o estado nascente do conceito. É possível também que uma única base tecnológica esteja presente em diversos setores. Esta multiplicidade tecnológica na base de um único setor se relaciona com os conceitos de *pervasividade* e *proximidade tecnológica*, tratados em Malerba e Orsenigo (1999). O estudo do SNI italiano já dava sinais da importância deste tipo de *links* no desenvolvimento da indústria do país (MALERBA, 1993). Dosi (1984:390-397)) recupera a noção de *filières* (cadeias) tecnológicas intersetoriais para propor uma forma “horizontal” de transmissão do progresso técnico de um setor para o conjunto da economia. Este tipo de tecnologia pervasiva que influencia a trajetória tecnológica em setores anteriormente não interrelacionados é tratada pela literatura já abordada de GPT e também por Corradini e Propris (2017) e denominada de *bridging platforms* (BP); também pode ocorrer a fusão de bases tecnológicas, levando a formação de *clusters* como biotecnologia-fármacos (MALERBA, 2005:77).

- **Demanda:** o estudo da inovação induzida pela demanda tem em Von Hippel (1988) um de seus pioneiros. A demanda pode sofrer um processo de convergência, como no caso do setor de multimídia, incentivando a interação posterior de diversas tecnologias antes separadas para a produção de novos produtos (MALERBA, 2002). Adams *et. al* (2012) encontram evidências de que a geração de conhecimento (pela *proxy* de patentes) no setor de semicondutores depende em grande medida de iniciativas de seus usuários – ou seja, das próprias firmas consumidoras de semicondutores, que por terem desenvolvido conhecimento altamente especializado sobre aplicações específicas de dada arquitetura do produto, geraram elas mesmas inovações (e até comercializaram estas inovações de produto). Este caso torna ainda mais complexa a definição de fronteiras setoriais e reforça o papel do regime de demanda e seus *links* e complementaridades dinâmicas. Na década de 1980, Franco Malerba já trabalhava com o tema. Em *Dalla Dipendenza alla Capacità Tecnologica Autonoma* (1987) ele dedica uma parte do estudo do setor italiano de semicondutores aos elos intersetoriais (*intersettorialità*) de transmissão de progresso técnico. Este e outras obras que tratam do tema compõem a **figura 22**. Em Malerba (1993), a aproximação com o Sistema Nacional de Inovação

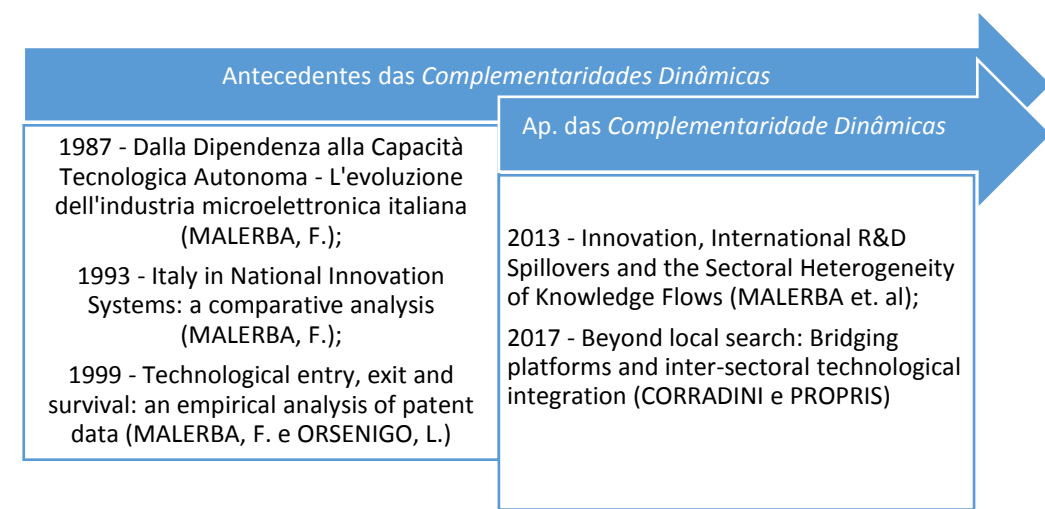
italiano permite identificar em outros setores o componente de intersetorialidade:

“In Italy, demand and dynamic interdependencies have been the critical factors behind the establishment of new firms [...] Dynamic interdependencies meant that advanced capabilities in an established industry became a major factor in the development of a new industry, as in the case of the relationship between the advanced capabilities in machinery and machine tools and the development of the robotic industry.” (MALERBA, 1993:250).

A intersetorialidade e as formas nas quais ela se manifesta, aos poucos vão se mostrando como um elemento crucial na formação de novas firmas e de novos setores. Mesmo quando não implicam na emergência de um novo setor, a intersetorialidade engendra processos dinâmicos em setores existentes e previamente estagnados. A *pervasividade* e a *proximidade tecnológica* são conceitos importantes para entender a dinâmica intersetorial dos *inovadores laterais*, ou seja, a diversificação de uma firma para um setor tecnologicamente correlato ao seu original (MALERBA & ORSENIGO, 1999).

Estes pontos aproximam a intersetorialidade do debate relacionado à *smart specialization* (SS) que chama atenção das políticas de CTI na União Européia. A ideia da política de SS é de que as regiões apresentam competências tecnológicas e novos empreendimentos baseados em conhecimento tem mais chance de sucesso caso se apoiem nesta rede pré-existente de competências. Assim, setores com bases tecnológicas comuns têm mais chance de progredirem em uma dada região – *ceteris paribus*. Observar a proximidade tecnológica – além da geográfica – é uma das formas de se identificar oportunidades setoriais não aproveitadas que podem se tornar alvo de políticas de CTI (Balland, Boschma e Frenken, 2014).

**Figura 22 - Documentos formadores do bloco “Links e Complementaridades Dinâmicas” e documentos posteriores de aprimoramento**



Fonte: elaboração própria.

No SSI, a dinâmica intersetorial é retomada como *links e complementaridades dinâmicas*. Este elemento também pode ser interpretado como análogo ao *building block* Atores e Redes, mas em outro nível; enquanto este está voltado das fronteiras do setor para o mundo interior (do setor), aquele busca as interações da fronteira do setor para o mundo exterior. As relações intersetoriais, quando causam alterações significativas na tecnologia que está na base de um setor ou na criação de um novo mercado, podem indicar o caminho para que as quebras radicais e as discontinuidades no SSI sejam endogeneizadas.

A intersetorialidade aporta oportunidades, mas também dificuldades: setores que dependam de interações com agentes de outros setores dada uma base tecnológica compartilhada podem encontrar obstáculos para co-gerar novo conhecimento, em especial se os agentes relevantes encontram-se geograficamente distantes (MALERBA *et. al*, 2013). Para a teoria, as dificuldades são ainda maiores. Retomando a perspectiva micro meso macro (DOPFER e POTTS, 2008), a interação entre elementos meso – ou seja, populações – é baseada numa lógica de *populacionismo metodológico*, cujo desenvolvimento está longe de ter alcançado o nível do *individualismo metodológico* da TEE.

**PROPOSIÇÃO V:** As relações intersetoriais, especialmente a tecnológica, podem se revelar importante fonte de inovação, cujos efeitos devem ser auferidos não apenas quantitativamente (citações de patentes intersetoriais, p.ex.), mas também

**qualitativamente (criação de novas tecnologias e novos mercados). Estas relações, portanto, são também um ponto de partida para começar a desenvolver uma teoria dinâmica meso macro.**

Como exposto, os proponentes e usuários do SSI passaram a preencher as lacunas empíricas e teóricas identificadas. O desafio de se construir o SSI é enorme, porém proporcional ao seu potencial. O trabalho interdisciplinar é desafiador por natureza: em geral, prescinde de referências consolidadas e incontestes. A contribuição do campo de estudos baseado no SSI emerge paralelamente à construção do próprio campo. É esta uma dupla tarefa que deve ser incentivada, caso considere-se correto o alerta de Alfred Marshall: “Os especialistas que jamais olham além do seu domínio são propensos a ver as coisas fora da justa proporção” (MARSHALL, 1985 [1890]:347).

### **3.2 – Métodos paradigmáticos para o SSI**

Esta sub-seção apresenta dois casos de análises setoriais baseadas no SSI. Para além dos dados setoriais, pretende-se expor os métodos que foram utilizados no estudo setorial. O primeiro deles é o *método histórico-analítico* e o segundo os *History-Friendly Models* (HFM) (“Modelos inspirados pela história do setor”). Futuras análises baseadas no SSI e na perspectiva evolucionista poderão ter um modelo ou guia metodológico para seguir.

Os dois métodos são aptos a realizar estudos de caso setoriais. A diferença entre eles é a linguagem e, decorrente disto, o *tradeoff* entre simplificação da realidade e confirmação das hipóteses. O *método histórico-analítico*, expressado de forma verbal, recupera os principais elementos explicativos da evolução industrial na forma em que os fatos históricos se apresentam, com suas nuances e complexidade. Os HFM simplificam alguns destes fatos, constroem parâmetros e variáveis a partir deles que são expressados em linguagem matemática – sendo, portanto, modelos “formais”. Os HFM sacrificam parte da complexidade e das nuances dos fatos, portanto, simplificam a realidade; em contrapartida, conseguem checar as hipóteses e as relações causais a partir da lógica matemática, o que o *método histórico-analítico* alcança parcialmente (MALERBA *et. al*, 2016).



O *método histórico-analítico* é exemplificado por Bresnahan e Malerba (1999)<sup>90</sup>. Este trabalho recupera a história da indústria de computadores e pode ser considerado um exemplo ideal de estudo da dinâmica industrial baseada no método histórico-analítico. A narrativa histórica do setor é reconstruída a partir de dois conjuntos de questões:

- A relação entre inovação radical e a competição entre incumbentes e entrantes;
- A relação entre mudança tecnológica, estrutura de mercado e instituições ao longo da história do setor (BRESNAHAN & MALERBA, 1999).

Colocando estes dois conjuntos de questões em outros termos, pode-se afirmar que o *método histórico-analítico* procura reconstruir a narrativa setorial em torno de dois elementos: o par *estabilidade-turbulência* e a *co-evolução*. Estes dois elementos estão no âmago da perspectiva dinâmica. O primeiro está focado nos condicionantes da variação populacional que constitui a indústria/setor: a criação e a destruição de novas firmas ou o surgimento de inovadores laterais (que inovam em um setor, mas pertencem a outro). Como é observado por Coenen e Lopez (2010), “Systems can evolve as a consequence of the entrance of new agents into the system. Especially new actor entry [...] is considered as particularly important for the dynamics, processes of change and transformation of a sector”; o segundo elemento busca compreender os processos mais amplos de co-determinação – ou determinação simultânea e endógena, na linguagem neoclássica (MALERBA *et. al*, 2016:4) entre a estrutura setorial (estrutura de mercado e instituições) e as mudanças tecnológicas.

A análise resultante desta escolha metodológica enfatiza, portanto, a mudança. Suas conclusões são descritivas – explicativas, com a ressalva de que tais explicações, dada a natureza própria das explicações históricas, são de difícil refutação ou teste (BLAUG, 1980). Estas narrativas focadas na dinâmica permitem observar quais foram os momentos-chave na história de uma indústria, as razões que mantiveram certos países na liderança enquanto outros ficaram para trás e quais agentes foram essenciais

---

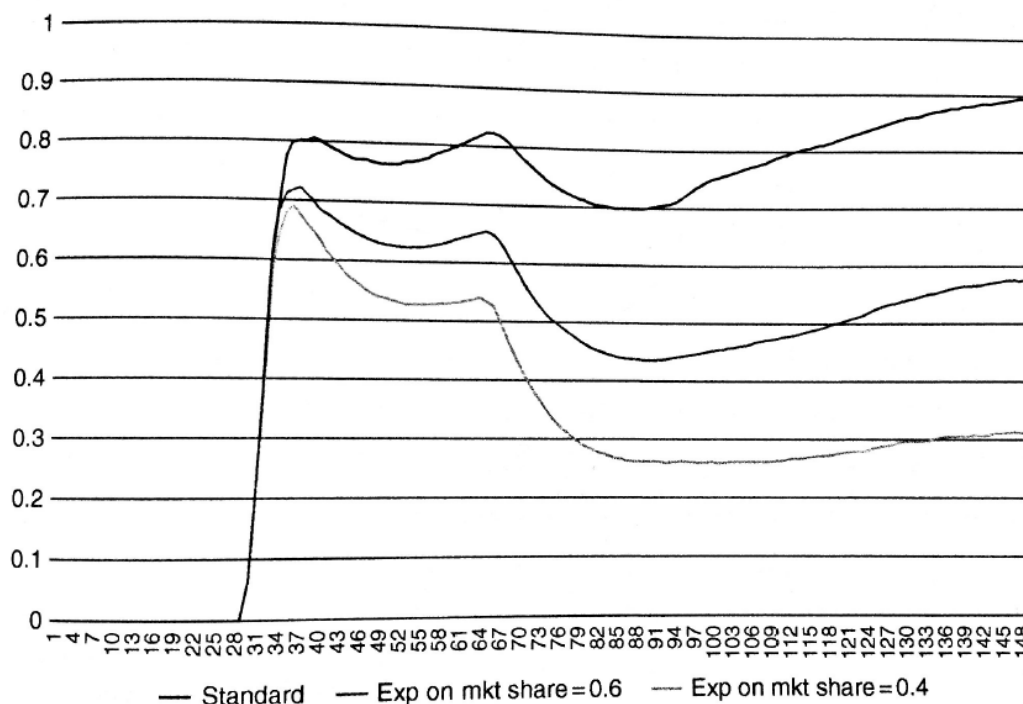
<sup>90</sup> Três outros estudos de caso baseados na metodologia histórico-analítica merecem reconhecimento. Furtado (2015), para o setor elétrico, já foi mencionado em outras passagens: sua análise compara a evolução setorial internacional com a brasileira e identifica traços de emulação institucional no contexto de um país em desenvolvimento. Murmann (2003), para o setor químico alemão, consegue demonstrar traços coevolutivos entre o avanço da base de conhecimento e das instituições do setor. Oliveira Filho (2017), para o setor da cana-de-açúcar, sub-setor do etanol celulósico, captura o momento de transformação da base de conhecimento (tecnologia 1G para 2G) e como esta passagem implica em transformações na estrutura setorial e nas instituições.

para o sucesso do SSI. Sem dúvida, outros estudos basearam-se em metodologias semelhantes ao de Bresnahan e Malerba (1999). Publicado apenas em italiano, *Dalla Dipendenza alla Capacità Tecnologica Autonoma* (MALERBA, 1987) emprega uma metodologia semelhante para estudar a indústria microeletrônica italiana; no entanto, nenhum outro trabalho histórico-analítico foca tão precisamente sobre o par *estabilidade-turbulência e coevolução* como fazem Bresnahan e Malerba (1999).

Os HFM serão exemplificados pelo estudo de Malerba *et. al* (2016). Neste trabalho os autores desenvolvem modelos de simulação computacional para a indústria de computadores e farmacêutica. Os HFM seriam a segunda geração de modelos evolucionários. Seus antecedentes são os modelos propostos por Nelson & Winter (1982). Os HFM ainda permitem exercícios contra-factuais: ao se retirar ou adicionar um parâmetro “*history-unfriendly*” pode-se ter uma imagem do que teria acontecido ao longo da evolução de certa indústria. Assim, por exemplo, fazem Malerba *et. al* (2016) com respeito a mesma indústria que será analisada pelo método histórico-analítico, a indústria de computadores. Não se pode perder de vista, contudo, que os HFM formalizam as explicações histórico-analíticas, não podendo prescindir delas para serem gerados. Os parâmetros que alimentarão os modelos e suas equações reproduzem o comportamento observado empiricamente; deve haver, neste caso, uma permanente comunicação entre os modeladores e os pesquisadores empíricos (MALERBA, 2006; MALERBA *et. al*, 2016)

Uma virtude dos HFM são seus elementos visuais, ausentes nos estudos histórico-analíticos. É possível “ver” a mudança acontecendo à medida em que as simulações acontecem. Os resultados das simulações podem confirmar ou refutar a teoria apreciada que os precedeu: se confirma, agrega mais uma evidência à análise histórica; se refuta, incentiva a revisão das premissas teóricas que nortearam o estudo daquele setor e seus padrões de evolução (MALERBA *et. al*, 2016). A **figura 23** mostra um parâmetro selecionado (neste caso o índice *herfindal* de concentração) no mercado de *mainframes*: a curva *standard* replica a história do setor, com alta concentração devido, entre outros, aos efeitos de *bandwagon*; as outras duas curvas são exercícios contra-factuais. Nestes exercícios o valor do *market-share* na equação de demanda pelo produto setorial é uma fração do valor na equação do *standard set*. A evolução da estrutura setorial, por conseguinte, passa por transformações diferentes.

**Figura 23 - Exercício Contra-factual para a evolução da concentração na indústria de computadores**



Fonte: extraído de Malerba *et. al* (2016:75).

### 3.2.1 - Método Histórico-Analítico

A indústria analisada é a indústria de computadores. Os autores identificam três dinâmicas industriais ao longo do tempo:

- A emergência e evolução da incumbente IBM, que mantém a liderança industrial no sub-setor de mainframes da década de 1940 até a década de 1980, mesmo em períodos de mudança radical na base tecnológica ou nos mercados;
- A onda de entrantes (1950-80) que amplia o processo de geração de variabilidade e cria novos mercados (ou sub-setores) a partir da introdução de novas tecnologias;
- A convergência dos mercados que tem lugar a partir da década de 1990, fundindo tecnologias, transformando a estrutura setorial e tornando agentes antes focados em nichos específicos em competidores diretos.

As duas primeiras dinâmicas são complementares. A liderança da IBM, seu modelo trinitário de organização (investimento em tecnologia, *marketing* e gestão), a estabilização do desenho dominante detido pela empresa encaixa-se com a estratégia das entrantes de fomentar a emergência de novos sub-setores, ou nichos de mercado

dentro da indústria de computadores. Baseando-se em inovações de produto – minicomputadores, PCs e *work stations* – as entrantes conseguem abrir espaço para si sem desestruturar o modelo de negócios da IBM.

A terceira dinâmica reverte as tendências de fragmentação de mercados do setor até então. A turbulência que caracterizava o setor até os anos 1980 dá lugar a uma convergência dos mercados. O padrão de computadores de performance média conectados em rede subtrai aos *mainframes* a importância que detinham. Firms antes especializadas e que competiam em mercados distintos reposicionam-se à medida em que o chão se move sob seus pés e nem o *design* dominante de produto nem o modelo organizacional *standard* de firma deste novo mercado estavam definidos enquanto os autores escreviam (BRESNAHAN & MALERBA, 1999:83).

Em todas as três dinâmicas ocorre *coevolução* entre estrutura de mercado, tecnologia e organização das firmas; além disso, a *turbulência* – entradas e saídas – tem papel fundamental em todas as três formas descritas. Os pontos A), B) e C) estão totalmente baseados em Bresnahan e Malerba (1999).

#### A) Formação do setor e emergência da IBM

Na década de 1950 ainda não estava claro que direção o setor de computação tomaria. Era impossível determinar se o mercado se expandiria, se a demanda seria por artefatos com poder de processamento de dados ou por máquinas de calcular eletrônicas. Portanto, não havia um padrão definido de quais as competências essenciais das firmas. De qualquer maneira, haviam três tipos de firmas que se arriscaram no setor em formação: “start-ups”, empresas com competência tecnológica em materiais eletrônicos (GE, Honeywell, RCA) e empresas com competência na comercialização de material de escritório (IBM, Remington Rand, Olivetti).

Estes três grupos tinham necessidades diferentes para se tornarem grandes players do setor em gestação. As empresas com competência tecnológica em materiais eletrônicos precisavam desenvolver competências de mercado; as empresas com competência na comercialização de material de escritório precisavam desenvolver competências tecnológicas; finalmente, as entrantes precisavam desenvolver ambas as competências, o que as colocava em uma posição competitiva inferior às demais.

Os autores ressaltam que não houve, por parte do governo dos EUA, nenhuma política industrial deliberada no sentido de se promover a IBM enquanto “campeã nacional”, ou mesmo de se promover o setor comercialmente; no entanto, a preocupação estratégica do departamento de defesa levou ao desenvolvimento das tecnologias que possibilitaram a futura trajetória dos computadores e do setor. Neste sentido, o apoio governamental foi fundamental para se conformar a base de conhecimento científico e tecnológico do setor, o que mitigaria algumas incertezas associadas à computação. É possível relacionar o sucesso da IBM com este apoio governamental ao desenvolvimento tecnológico? Mesmo não tendo havido apoio direto, a IBM pertencia ao grupo de empresas que precisava desenvolver competências tecnológicas, já possuindo competências de mercado. O engajamento estatal no domínio científico e tecnológico desta indústria permitiu à IBM integrar suas competências de mercado com as competências tecnológicas que se desenvolviam a partir da massa crítica de conhecimento proporcionada pelo governo.

Talvez mais importante do que a vantagem das firmas que já possuíam competências de mercado, o efeito principal do engajamento governamental tenha sido a criação de um corpo de conhecimento sólido o suficiente para indicar uma trajetória viável para o setor. As empresas recebiam sinais de que (i) havia um comprador interessado, garantindo uma demanda, (ii) havia um conjunto de instituições públicas ampliando as fronteiras do conhecimento naquela área. Mais do que intenções, estes elementos de mitigação da incerteza associada ao nascimento de um setor eram ações, como o desenvolvimento de computadores no MIT financiados pela força aérea e pela marinha.

A dominância da IBM seria construída pela própria companhia. Em um primeiro momento, a empresa não percebeu como a tecnologia da indústria de computadores era de propósito geral (*general-purpose technology*). Em outros termos, a IBM possuía duas linhas de produtos separadas: uma para uso comercial, outra para uso militar/estratégico e não tinha antecipado como avanços em um campo poderiam ser utilizados em outro. Os dois campos permaneciam, portanto, como domínios separados, com competências associadas distintas. Quando a empresa percebeu o potencial de se modularizar o mercado a partir de uma máquina que pudesse ser adaptada à necessidade do usuário, fosse ele militar ou comercial, ela assumiu o enorme risco de desenvolver este produto.

O sucesso do *IBM System 360* reestruturou o setor. Ele se tornou o *design dominante*, alterando a estratégia da IBM para inovações incrementais sobre o sistema. As concorrentes também tiveram que optar por estratégias de confrontação, compatibilidade ou de nichos de mercado (tendo a primeira falhado sistematicamente). A modularização significou a ressignificação das economias de escala e escopo na produção: componentes modularizados e *softwares* padrão permitiram a integração vertical do setor e sua consequente concentração.

A coevolução entre instituições e estrutura setorial que se seguiu variou nacionalmente. Na Europa, a política de incentivo à formação de empresas capazes de concorrer com a IBM levaram a verdadeiras barreiras à saída: os mercados protegidos para as empresas nacionais impediam sua derrocada, mas não incentivavam a competição baseada no desenvolvimento de competências tecnológicas; no Japão, a política incluiu elementos de “preferência pelo nacional” com estratégias de emulação das patentes da IBM e desenvolvimento de competências tecnológicas nos consórcios de empresas japonesas. O envolvimento de elementos de cooperação e competição, portanto, permitiu às firmas japonesas um relativo sucesso na disputa de mercado com a IBM ao longo dos anos 1970.

#### B) Empreendedorismo e mercados emergentes

Ao mesmo tempo em que a IBM se consolidava como líder do setor fabricando *mainframes*, mercados para produtos diferenciados se formavam à margem do *mainstream*. Estes mercados foram viabilizados pelo desenvolvimento de novas tecnologias: o circuito integrado na década de 1960 permitiu o primeiro minicomputador, da DEC; o microprocessador, na década de 1970, permite a criação dos microcomputadores ou computadores pessoais (PC). Ainda que com menor poder de processamento, estas máquinas a um custo mais baixo alcançavam um novo tipo de usuário: pequenos negócios ou mesmo famílias.

As firmas que se aventuravam nestes novos mercados eram (i) *start-ups* (DEC), (ii) *spin-offs* de grandes firmas, como a Prime Computer (formada por ex-funcionários da Honeywell) e (iii) firmas de instrumentação que se diversificavam (HP). A possibilidade de se dominar estes mercados emergentes mantinha um alto nível de turbulência no setor, bem como um alto nível de investimentos privados em P&D

internos. Até a década de 1980, foram as entrantes que ditaram o ritmo nestes novos mercados: primeiro do mini e depois do microcomputador.

Finalmente, a IBM decidiu abrir a sua plataforma de microcomputadores. Logo, seu PC, associado à marca IBM já consolidada pelos *mainframes*, tornaria-se o standard. No entanto, o poder da IBM de direcionar as mudanças técnicas neste mercado emergente era menor do que no seu mercado original de *mainframes*. A liderança tecnológica era dividida entre a IBM, produtora do hardware, Intel, produtora do processador, e a Microsoft, produtora do sistema operacional do PC. Esta diluição do poder da IBM no setor permitiu uma diversidade maior de estratégias de competição e associação com as outras duas empresas dominantes.

### C) Convergência tecnológica e transformação setorial

Com a padronização do PC, os autores arguem que houve uma espécie de commoditização dos equipamentos de hardware. Desta maneira, a geração de valor a partir da inovação se deslocou para os softwares e aplicativos baseados nas necessidades dos usuários. O modelo de computação em rede, com computadores e servidores, destruiu o mercado de *mainframes* e transformou as competências necessárias para inovar: domínio das necessidades do usuário, tecnologia de programação e de integração de sistemas.

A indústria passa a contar com uma nova fase: da velha indústria de computadores, o setor entra para a fase da “nova indústria” de *software*. As diferenças são amplas: na velha indústria havia integração vertical, venda de produtos integrados; na nova indústria ocorre a desverticalização, a especialização das firmas, o surgimento de novos serviços intermediários – como os consultores e integradores de sistemas. É importante notar que os EUA mantiveram a liderança global do setor na duas fases, e durante os três processos coevolucionários, mas por razões distintas.

Apesar desta nova fase reestruturar o setor, as empresas norte-americanas novamente saíram na frente. Em primeiro lugar, porque foram as primeiras a perceber e se adaptar a esta nova configuração tecnológica (*first-mover advantages*); em segundo lugar porque estavam em um ambiente de cooperação/competição privilegiado, no qual interações formais e informais ocorriam naturalmente (Vale do Silício), entre várias das novas frentes, ou sub-setores, que passaram a compor a indústria de computação.

### **Elementos Metodológicos Generalizáveis**

Bresnahan e Malerba (1999) encontram algumas lições analisando a indústria de computadores que podem ser estendidas a análises de SSIs de maneira geral. Estes pontos são elementos que exemplificam, a partir de um estudo de caso, o que Malerba (2002) elencaria como os pontos conceituais que devem guiar uma análise setorial:

- 1) **Cada período histórico é marcado por um tipo de coevolução.** A interação e interdependência de instituições, trajetórias tecnológicas e estrutura setorial sempre ocorre, mas não de maneira uniforme ao longo do tempo. O recorte cronológico preciso baseado no SSI se dá no momento em que a transformação de algum destes elementos impõem transformações nos outros dois;
- 2) **A dinâmica industrial é influenciada por fatores nacionais.** Apesar do SSI procurar compreender a dinâmica de um setor, nenhuma indústria evolue no vazio geográfico. Traços regionais ou nacionais, portanto, influenciam sobremaneira a dinâmica setorial, como por exemplo as instituições norte-americanas pró-competição que impediram a formação do monopólio da IBM e as políticas de proteção de mercado dos países europeus que ergueram barreiras à saída de empresas ineficientes e tecnologicamente defasadas;
- 3) **A mudança na base de conhecimento altera a estrutura setorial e o modelo de firma ideal.** Por sua vez, a mudança na estrutura setorial pode criar novos tipos de atores do SSI, como os integradores sistêmicos, que surgem durante o terceiro processo de coevolução da indústria, como resposta à especialização das firmas e complexificação das tecnologias-chave. Pelas mesmas razões, as competências e as estratégias que funcionavam muito bem na forma da dinâmica anterior podem se tornar obsoletas;
- 4) **Políticas públicas devem ter em mente a dinâmica industrial.** Políticas que visam criar competências nas firmas nacionais para que atinjam a fronteira tecnológica não podem ignorar o fato de que a fronteira tecnológica é móvel. Portanto, alcançar um dado nível tecnológico pode acontecer quando ele já estiver obsoleto. As políticas devem ser estruturadas levando em consideração a dinâmica tecnológica.



- 5) **Um novo setor demanda apoio estatal.** O setor de computadores foi amplamente beneficiado em seu surgimento pela pesquisa científica realizada em universidades e financiada pelo Estado. As compras públicas (*public procurement*) mitigaram os riscos associados ao mercado. Políticas que estimularam a competitividade via progresso técnico foram as mais bem sucedidas (EUA e Japão).

### 3.2.2 - History-friendly Models

Em Malerba *et. al* (2016), quase duas décadas de trabalho com modelos industriais são sintetizadas. O primeiro HFM data de 1999, como a **tabela 2** indica. A motivação para construção dos modelos emana sobretudo da incompatibilidade entre os resultados de estudos industriais empíricos e as teorias neoclássicas que supostamente explicariam estes fenômenos observados: “HFM é um estilo particular de modelagem evolucionária construído, por assim dizer, “de baixo pra cima”, baseado em regularidades observadas nos mecanismos de mudança técnica e institucional e em seus padrões de interação” (DOSI e MAZZUCATO, 2006:11, tradução própria).

**Tabela 2 - Trajetória dos *History-friendly Models***

Ano	Título do Documento (Autores)
1999	History Friendly Models of Industry Evolution: The Computer Industry (MALERBA <i>et. al</i> )
2001	Product Diversification in a History-Friendly Model of the Evolution of the Computer Industry (MALERBA <i>et. al</i> )
2001	Competition and Industrial Policy in a History Friendly Model of the Evolution of the Computer Industry (MALERBA <i>et. al</i> )
2002	Innovation and Market Structure in the Dynamics of the Pharmaceutical Industry and Biotechnology: towards a History Friendly Model (MALERBA <i>et. al</i> )
2003	Innovation, Technological Regimes and Organizational Selection in Industry Evolution: A "History Friendly Model" of the DRAM Industry (KIM & LEE)
2005	The Dynamics of Environmental Innovations: Three Stylized Trajectories of Clean Technology (OLTRA & SAINT JEAN)
2006	Entry, Market Structure and Innovation in a History Friendly Model of the Evolution of the Pharmaceutical Industry (GARAVAGLIA <i>et. al</i> )
2007	Demand, Innovation, and the Dynamics of Market Structure: the Role of Experimental Users and Diverse Preferences (MALERBA <i>et. al</i> )
2008	Vertical Integration and Disintegration of Computer Firms: a History-Friendly Model of the Co-evolution of the Computer and Semiconductor Industries (MALERBA <i>et. al</i> )
2008	Public Policies and Changing Boundaries of Firms in a "History Friendly" Model of the Co-evolution of the Computer and Semiconductor industries (MALERBA <i>et. al</i> )
2008	Habakkuk Revisited: A History Friendly Model of American and British Technology in the Nineteenth Century (FONTANA <i>et. al</i> )
2010	User-Producer Relations, Innovation and the Evolution of Market Structures under Alternative Contractual Regimes (MALERBA & ORSENIGO)
2011	Modelling the Evolution of Firm Boundaries: A History Friendly Model of the Emergence of the Fabless Ecosystem (MALERBA & YOON)
2013	A Simulation Model of the Evolution of the Pharmaceutical Industry: a History-Friendly Model (GARAVAGLIA <i>et. al</i> )
2015	A History-Friendly Model of the Internet Access Market: The Case of Brazil (PEREIRA & DEQUECH)
2017	A History-Friendly Model of the Successive Changes in Industrial Leadership and the Catch-up by Latecomers (LANDINI <i>et. al</i> )

Fonte: elaboração própria, baseado em Malerba *et. al* (2016).

Como já foi dito, os HFM são a segunda geração de modelos evolucionistas. A primeira geração de modelos deriva do trabalho pioneiro de Nelson & Winter (1982). Os modelos que germinaram desta contribuição seminal se concentravam em fenômenos econômicos tais como o produto nacional, estoque de capital e taxa de retorno do capital. Por sua vez, os HFM procuram reproduzir padrões observados em uma indústria específica: são focados em um nível maior de desagregação e incluem detalhes dos fatos observados muito maior do que os modelos da primeira geração.

Tendo isto em vista, as diferenças entre os modelos da primeira e da segunda geração são, de acordo com Malerba *et. al* (2016:36), “de grau, não de natureza”.

A **tabela 2** ilustra a grande variedade de temas que os HFM podem elucidar<sup>91</sup>. Os modelos podem se concentrar no estudo de um setor e de sua trajetória evolutiva. Além disso, eles permitem explorar relações mais gerais que são pervasivas a vários setores: da diversificação produtiva a verticalização de um setor; do papel de usuários experimentais (um grupo específico de demanda) a políticas públicas e seu papel na dinâmica coevolutiva. De forma geral, é possível dizer que todos os HFM “buscam gerar trajetórias temporais que se encaixem qualitativamente nos fenômenos empíricos” (MALERBA *et. al*, 2016:36). Em outros termos, o modelo procura recriar computacionalmente as trajetórias setoriais e elucidar os nexos causais entre os parâmetros selecionados e o posterior desenvolvimento do setor em vários aspectos. O modelo obtém sucesso nesta empreitada quando as simulações baseadas nos parâmetros escolhidos geram um cenário que se encaixa no padrão observado empiricamente<sup>92</sup>. Um trecho de Malerba *et. al* (2016:38) resume a metodologia dos HFM:

“we first summarize those appreciative theories [of industry evolution] and develop our own version of them based on our own reading of the historical record and the factors that have molded it. We highlight the causal arguments in those theories. Then we construct a formal model that we believe captures the central causal arguments of the appreciative theory, albeit in stylized and simplified form. The building of that model provides a vehicle for checking out the consistency and completeness of those arguments, at least to the extent that they are represented in the model. And with a formal model in hand it is possible to explore whether the causal arguments, in their stylized form, are capable of generating the phenomena they propose to explain.”

Depreende-se que os HFM são um tipo de simulação computacional (conforme **figura 24**) para se testar as teorias apreciativas (sobre nexos causais variados atuando sobre a evolução industrial) obtidas a partir de estudos empíricos. São, portanto, um mecanismo de *verificação das relações* – entre progresso técnico, desenvolvimento institucional e estrutura setorial – propostas pela teoria. Este, inclusive, seria o fato distintivo desta metodologia: “What truly distinguishes the history-friendly approach is the proposal that a model should be evaluated by comparing its output, or ‘simulated trace history’, with the actual history of an industry” (WINDRUM, 2007:420).

<sup>91</sup> Há, inclusive, estudos para o Brasil, como Pereira e Dequech (2015).

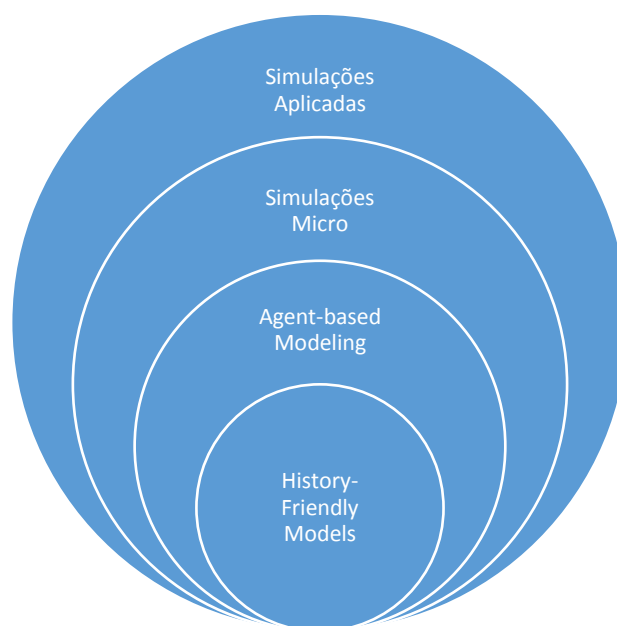
<sup>92</sup> E, mais do que nunca, cabe o rótulo de *pattern modelers* (BLAUG, 1980) aos proponentes dos HFM.

Explicita-se nesta passagem que os HFM são instrumentos para guiar estudos *ex-post*: eles necessitam dos fatos históricos interpretados à luz da teoria apreciativa, não-formal, para serem arquitetados. Eles podem até ser empregados em exercícios contra-factuais, nos quais os pesquisadores se perguntam “o que poderia ter sido diferente na evolução desta indústria, e porquê?”. Mas eles não são instrumentos para análises *ex-ante*; não há garantias de que a evolução industrial de um setor se replicará em outro, tampouco que a evolução de um mesmo setor se dará pelo mesmo padrão observado até certo momento. Blaug (1980) criticaria esta limitação da teoria baseada no exercício de HFM, dada sua aptidão para *explicar* e sua inadequação para *prever*. Em defesa dos estudos industriais e de inovação, pode-se invocar a complexidade e as propriedades emergentes que se manifestam na evolução de um setor, como os próprios autores deste volume colocam:

“Like many users of micro-simulation methods, we are particularly interested in exploring “emergent” properties of our models – by which we mean that they display “behaviour not inherent in or predictable from a knowledge of their constituent parts” [Holland, 1998, p.122]” (MALERBA *et. al*, 2016: 39-40).

Em passagens anteriores, os autores já levantavam a questão do que seria “boa teoria”. Haveria uma tendência desde os anos 1950 no campo da teoria econômica de que boas teorias preveem e não necessariamente explicam os fenômenos a que se dedicam. Elas não seriam valorizadas por serem aderentes à realidade empírica. Em defesa de teorias adequadas a explicação dos fenômenos observáveis no campo de economia industrial e inovação, os autores argumentam que a capacidade de uma teoria explicar, mantendo-se próxima aos fatos, deve ser valorizada tanto quanto sua capacidade preditiva.

**Figura 24 - *History-Friendly Models* como sub-classe de simulações computacionais**



Fonte: elaboração própria, baseado em Malerba *et. al* (2016).

Portanto, é a explicação dos nexos causais – o que determinou o quê na evolução industrial – que se busca com a aplicação dos HFM. Optamos pela exposição do estudo da indústria de computadores via HFM uma vez que ela tinha sido objeto do método histórico-analítico em Bresnahan e Malerba (1999)<sup>93</sup>.

Malerba *et. al* (2016) dividem a história da indústria de computadores nos EUA em quatro períodos: surgimento e estabelecimento dos *mainframes*; os circuitos integrados e os mini; microprocessadores e PCs; finalmente a era da rede descentralizada. O modelo simplifica o relato histórico e aborda apenas duas eras: inicia na era dos *mainframes* e avança em um dado momento para a era dos microprocessadores. É importante notar que neste modelo as quebras paradigmáticas que estremecem a estrutura setorial e o comportamento das firmas são exogenamente constituídas na forma de novas tecnologias de componentes (transistores – microprocessadores).

O primeiro elemento a ser definido é o produto setorial<sup>94</sup>. Os computadores são definidos bidimensionalmente de acordo com sua performance (capacidade de

<sup>93</sup> A aplicação do HFM à indústria de computadores exposta em Malerba *et. al* (2016) será nosso guia, mas é importante observar que este estudo é uma revisão de Malerba *et. al* (1999). Ou seja, em 1999, no ano em que foi escrito o primeiro paper conceitual sobre o SSI (MALERBA, 1999), também foram publicados estudos de caso baseados no *método histórico-analítico* e nos HFM.

<sup>94</sup> Para uma detalhada avaliação dos parâmetros e do modelo ver Windrum (2007).

processamento) e custo. Dentro da trajetória tecnológica dos transistores, há um limite que pode ser alcançado por algumas empresas que vão, período após período, aprimorando sua capacidade de produzir um computador melhor nas duas dimensões existentes no modelo. Todas as firmas começam com um orçamento inicial (advindo de *venture capital*) e investem uma fração dele em P&D, outra em propaganda e outra para o pagamento de sua dívida inicial. Depois de alguns períodos simulados, os gastos em P&D melhoram a capacidade das firmas e conseqüentemente as características básicas do produto, até que a performance e o preço do computador alcança o limite mínimo (*thresholds*) de um dos dois grupos de compradores – pequenos usuários ou grandes firmas. O primeiro grupo é modelado para valorizar mais “custo”; o segundo valoriza “performance”. Algumas firmas saem do setor antes mesmo de conseguirem comercializar um produto (quando seus recursos para melhoramento técnico se esgotam antes de suas capacidades técnicas alcançarem o limite mínimo de exigência dos consumidores para as duas dimensões técnicas).

A lógica do melhoramento do produto, que podemos chamar de inovação incremental, é modelada por equações que simplificam as capacidades técnicas das firmas como se elas fossem um estoque: ela é acumulada período após período e determinada (i) pelo gasto em P&D nas duas dimensões técnicas possíveis (o que varia de firma para firma dada a variabilidade natural e a visão de mercado distinta de cada firma), (ii) pela experiência passada de cada firma com a tecnologia existente (que aumenta em uma unidade a cada período) e (iii) pela diferença entre o potencial corrente daquela trajetória tecnológica e o potencial máximo, o que corporifica os retornos decrescentes de P&D dentro de uma mesma trajetória.

No modelo, três elementos condicionam a demanda pelos computadores produzidos: o mérito atribuído a determinado produto (função de uma *Cobb-Douglas* cujos parâmetros variam para o pequeno usuário e para a grande empresa e que medem o quanto um produto excede os mínimos requeridos por aquele grupo em “custo” e “performance”), as capacidades de *marketing* de uma firma e o *market share* de cada firma. Ao incluir os gastos em publicidade e o efeito *bandwagon* (compra-se mais de uma empresa que já possui parcela considerável do mercado graças a externalidades etc.), impede-se que a demanda reproduza simplifadamente uma curva de demanda padrão (MALERBA *et. al*, 2016:61).

O modelo prevê que, em determinado período, a tecnologia dos microprocessadores se tornará viável. Observar as respostas da indústria a esta mudança exógena talvez seja o principal mérito do modelo. As novas possibilidades produtivas e os novos mercados que surgem na esteira da introdução deste novo componente do produto setorial poderiam induzir a indústria para  $n$  trajetórias diferentes do que se registrou historicamente no setor. Observar se o modelo é capaz de reproduzir acuradamente o que ocorreu neste momento é uma de suas provas cruciais.

Os mecanismos introduzidos no modelo diante desta quebra constituem a “dinâmica da transição” (MALERBA *et. al*, 2016:62). Esta mudança permitirá às firmas alcançar novas fronteiras nas capacidades técnicas que resultam em custo mais baixo e maior performance. Este mesmo período prevê a entrada de uma nova leva de firmas, com seus “estoques” de capacidade técnica zerada, orçamentos fornecidos por *venture capitalists* um pouco menores que os da primeira geração de firmas. Estes elementos do modelo tentam reproduzir o que está registrado na história do setor. Ainda é preciso criar mecanismos que possibilitem às firmas da primeira geração migrar para a nova tecnologia e disputar o novo mercado que se abrirá com a expansão das fronteiras técnicas.

Uma vez que se tenham definido os parâmetros para (i) o produto setorial, (ii) a dinâmica de aprendizado intrafirma, (iii) o padrão de vendas e de consumo e (iv) as regras de transição para novas tecnologias, roda-se o *standard set*, que procura replicar a história do setor. A simulação reproduz 1000 períodos de tempo e o padrão de evolução da indústria observado correspondeu ao historicamente registrado (MALERBA *et. al*, 2016): logo nos primeiros 30 períodos de tempo surge uma empresa dominante (a IBM simulada); quando ocorre a introdução da nova tecnologia de componentes há um pequeno *lag* temporal até que as empresas de primeira geração adotem a nova tecnologia; a contraparte simulada da IBM amalha com o passar dos períodos boa parte do novo mercado – de PCs – mas sem a mesma preponderância obtida no mercado de *mainframes*, muito em função de seu atraso na adoção da nova tecnologia, mas principalmente pelo efeito de *bandwagon*: as empresas que vendem mais, vendem mais, porque o consumidor valoriza comprar da incumbente.

Este efeito fundamental da demanda sobre a evolução da indústria é capturado pelas simulações divergentes. Após conseguir replicar a história da indústria e construir

o standard set, os pesquisadores alteram alguns parâmetros que a teoria apreciativa aponta como responsáveis causais por dadas trajetórias do setor. Logo, é possível ver como reage a indústria a estas modificações. As simulações divergentes diminuíram propositalmente a importância do efeito de *bandwagon*: como resultado, registrou uma concentração muito menor no mercado de *mainframes* e de PCs (MALERBA *et. al*, 2016:74-78).

Os autores concluem que o efeito de *bandwagon* deveria receber mais atenção na agenda de pesquisa da evolução industrial. Além disso, o HFM realizado demonstrou também que o desenvolvimento de novas tecnologias desafia as incumbentes de duas maneiras: a adoção da nova tecnologia – o domínio das competências tecnológicas – e a diversificação para um novo mercado – o domínio das competências mercadológicas (sendo o segundo o mais desafiador para as incumbentes, de acordo com este HFM). As condições de entrada também se mostraram fundamentais, não apenas para a criação de novos mercados, mas para estimular que as incumbentes diversifiquem mais cedo e com maior intensidade dada a nova ameaça competitiva (MALERBA *et. al*, 2016).

Voltando ao método – HFM – de maneira geral é possível observar como ele alterou algumas percepções sobre o SSI. Em primeiro lugar, ele possibilitou aos pesquisadores uma ferramenta para testar proposições apreciativas sobre a evolução industrial. Em segundo lugar, ele não substitui o tradicional *método histórico-analítico*, pelo contrário. Análises históricas setoriais ganham ainda mais importância, pois são elas que fornecem os subsídios para a construção de modelos<sup>95</sup>. Como atesta o trecho citado de Dosi e Mazzucato (2006), o HFM é um modelo construído “de baixo para cima” (*bottom-up*). Como consequência, este estilo de modelagem não incorpora nenhum tipo de equilíbrio ao nível industrial, tampouco valoriza a habilidade das firmas que compõem o setor de realizar previsões de qualquer tipo (DOSI e MAZZUCATO, 2006:11).

A capacidade dos modelos de auxiliar na tarefa de testar proposições apreciativas e relações causais propostas pela teoria será proporcional, portanto, a qualidade dos relatos histórico-analíticos que lhe subsidiam. O pesquisador que mergulha na história e nos pormenores de cada setor continua a ser extremamente

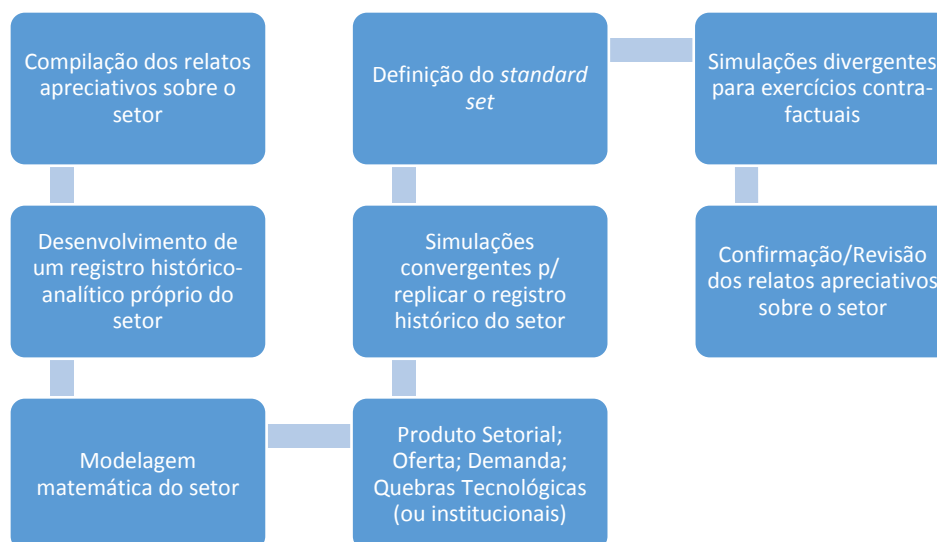
---

<sup>95</sup> “This method suggests that we tie down simulation models to carefully specified, empirical ‘histories’ of individual industries, i.e. to specific case studies for which a detailed empirical history exists” (WINDRUM, 2007:419).



importante para o avanço do conhecimento do campo de economia industrial e da tecnologia. A **Figura 25** esquematiza o passo a passo da construção de um HFM.

**Figura 25 - O Nexo entre os métodos histórico-analítico e computacional (HFM)**



Fonte: elaboração própria.

Sobre a capacidade do SSI de lidar com a evolução industrial Coenen e López (2010) observam que “recent contributions in the field of TIS have criticised the SSI approach for employing a snap-shot perspective that falls short of explaining the emergence of new sectors and technologies.” (COENEN e LOPEZ, 2010:1154). O estudo histórico-analítico de Bresnahan e Malerba (1999) contesta este tipo de acusação contra o SSI. A emergência de novas tecnologias e o surgimento subsequente de sub-setores dentro da indústria de computadores é um exemplo claro da capacidade do SSI de lidar com a mudança **do** sistema – e não apenas com a mudança **no** sistema. O processo de convergência narrado também implica na destruição de sub-setores – que dependendo do nível de desagregação do estudo podem ser considerados setores em si.

De fato, alcançar uma explicação da emergência e a evolução setorial não é uma tarefa fácil, mas Bresnahan e Malerba (1999) mostram que – ao menos *ex-post* – e com o auxílio de ferramentas cada vez mais capazes (HFM) é uma tarefa possível<sup>96</sup>.

<sup>96</sup> A crítica de Coenen e Lopez (2010) ecoa o fato de que diversos trabalhos supostamente apoiados no arcabouço do SSI realizam uma análise estático-descritiva do setor ao invés de se aprofundar nos determinantes dinâmicos setoriais. No entanto, é preciso distinguir entre as limitações do instrumento (SSI) e aquelas dos estudos escolhidos.

### 3.3 – Evidências Bibliométricas do Uso do SSI

Vimos nas seções anteriores deste capítulo os desenvolvimentos conceituais e metodológicos do SSI após a publicação de Malerba (2002). Veremos nesta seção algumas características da utilização do SSI pela comunidade de pesquisa. Para tanto realizamos uma análise bibliométrica. A primeira fase da análise consistiu na coleta de documentos (artigos e capítulos de livros) que citaram o SSI e/ou trabalham com inovação em âmbito setorial. A base de dados utilizada foi a *Scopus* devido a sua abrangência e importância como indexador de documentos científicos das ciências sociais<sup>97</sup> (TEIXEIRA, 2014). A segunda fase, de tratamento do material, foi conduzida a partir do software de processamento e mineração de texto *Intellexir*. A técnica bibliométrica aplicada pelo software consiste na identificação de co-ocorrência de termos, por exemplo, “SSI” e “tecnologia”, na contagem destas co-ocorrências e no mapeamento da centralidade destas co-ocorrências com relação a outras. De acordo com Liu *et. al* (2015:139), “Co-occurrence analysis is based on the assumption that when two items appear in the same context, they are related to some degree”.

Obtivemos dois conjuntos de documentos a partir da *Scopus*. O primeiro conjunto consistia originalmente de 857 documentos: são os documentos indexados pela base de dados que citam *Sectoral System of Innovation and Production* (MALERBA, 2002). Optamos por excluir deste total auto-citações e limitar o tipo de documentos para artigos e capítulos de livros, alcançando um sub-total de 687 documentos<sup>98</sup>. Chamaremos este conjunto de *Conjunto Citações* (CC).

O segundo conjunto congrega documentos que trazem em seu título, palavras-chave ou resumo os termos “sistema setorial”, ou “sistema setorial de inovação”, ou “sistema setorial de inovação e produção”. Além disso, incluímos “Malerba” como referência obrigatória para este conjunto, que chamaremos de *Conjunto Setorial* (CS). Também restringimos o tipo de documento para artigos e capítulos de livros, chegando a um total de 219 documentos para CS<sup>99</sup>.

Segue a equação de busca para CS: ( **TITLE-ABS-KEY ( sectoral AND system ) OR TITLE-ABS-KEY ( sectoral AND system AND of AND innovation**

<sup>97</sup> “Scopus is the largest abstract and citation database of peer-reviewed literature, covering 16,500 peer-reviewed journals on scientific, technical, medical and social sciences topics” (TEIXEIRA, 2014).

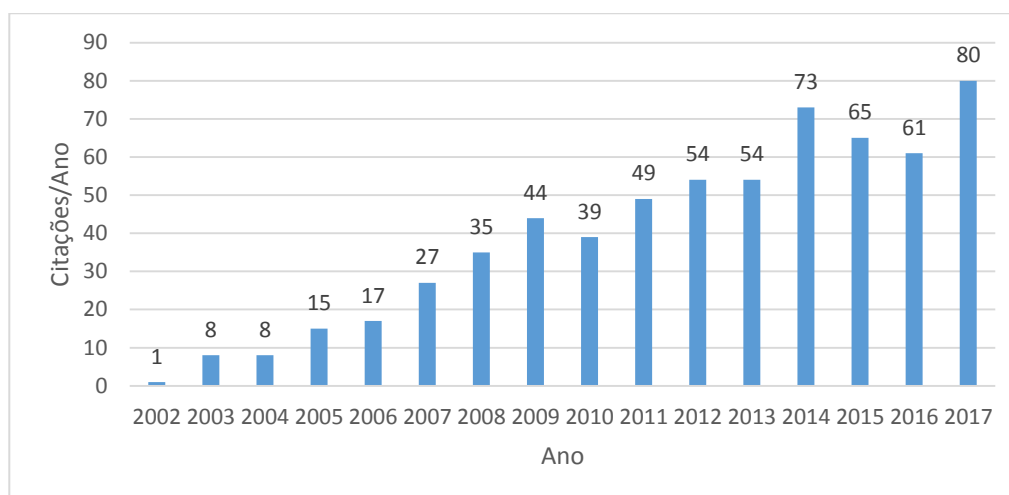
<sup>98</sup> O *Intellexir* reduziu posteriormente o total de CC para 641, após uma varredura para identificar documentos duplicados ou sem metadados.

<sup>99</sup> Assim como para CC, após a varredura do software, CS foi reduzido para 218 documentos.

) OR TITLE-ABS-KEY ( sectoral AND system AND of AND innovation AND production ) AND REF ( malerba ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ch" ) ).

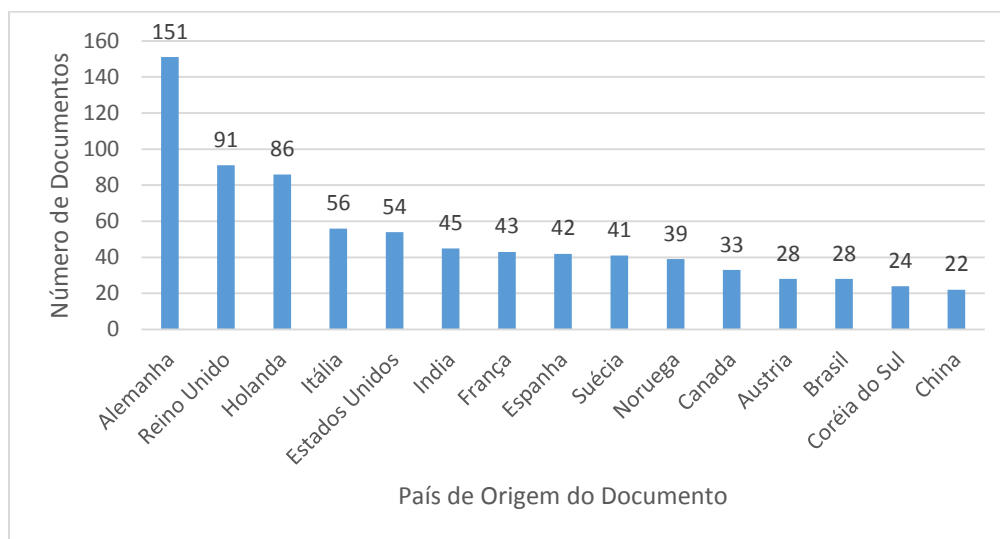
Enquanto CC nos permite observar a evolução da publicação de 2002 de F. Malerba em termos de alcance interdisciplinar e entusiasmo da comunidade de pesquisa, CS representa o grupo que efetivamente está trabalhando com análises setoriais considerando o arcabouço proposto por F. Malerba. O **Gráfico 2** traz a medida da evolução de CC. É possível observar que houve um aumento recente do interesse por Malerba (2002), principalmente de 2014 em diante.

**Gráfico 2 - Citações Anuais de Malerba (2002) no período 2002-2017**



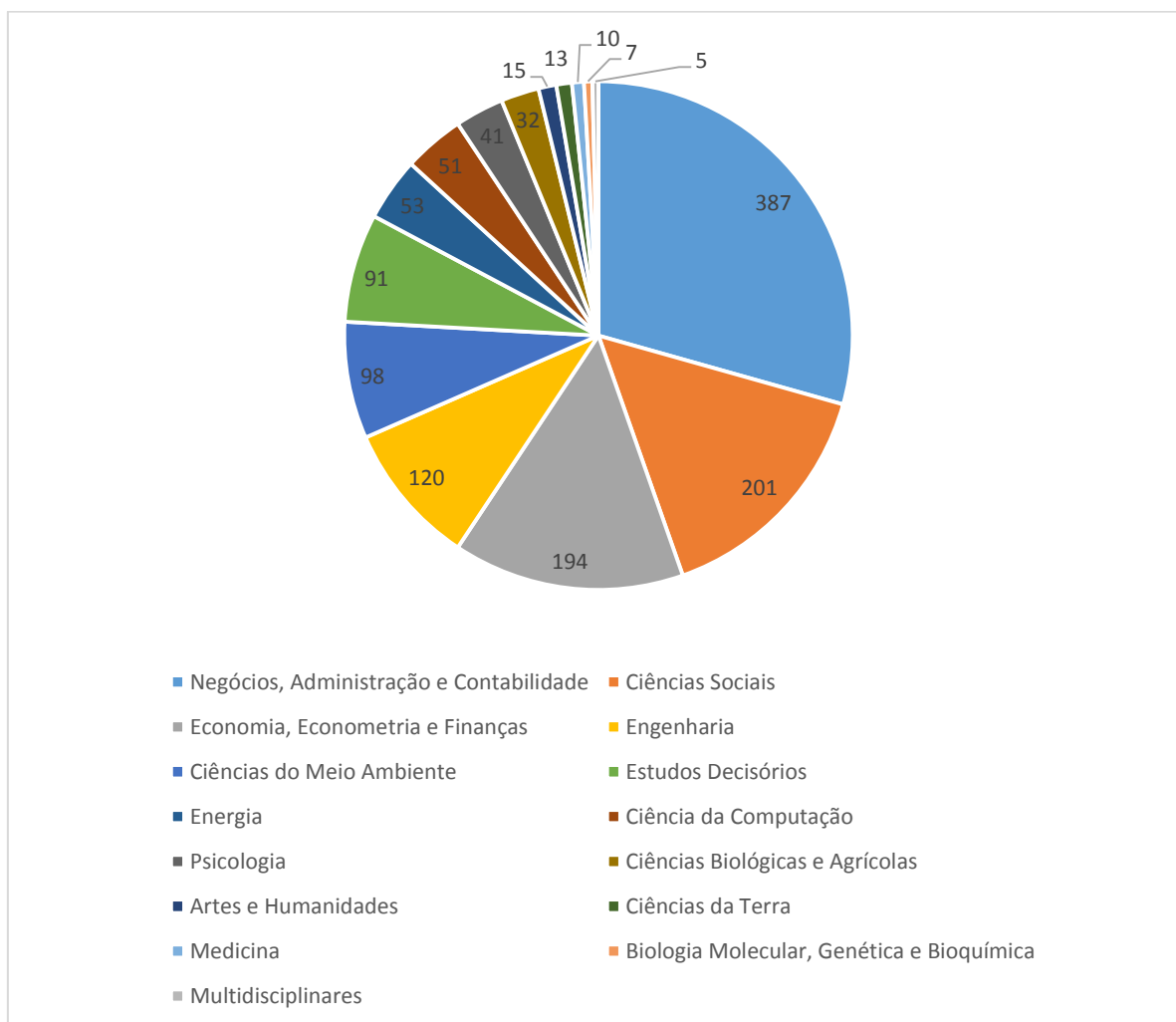
Fonte: elaboração própria a partir de *Scopus*.

A origem de CC está esquematizada no **Gráfico 3**. É possível concluir que o interesse por Malerba (2002) é concentrado em países europeus, ainda que haja alguma atividade em países em desenvolvimento como Índia, Brasil e China.

**Gráfico 3 - Origem Nacional dos Documentos Citando *Malerba* (2002)**

Fonte: elaboração própria a partir de *Scopus*.

O **Gráfico 4** ilustra a origem por área do conhecimento das citações a *Malerba* (2002). Chama atenção a diversidade de áreas para além das esperadas – economia, administração, ciências sociais – que de alguma forma se referiram ao conceito. Áreas como ciências da computação, engenharia, ciências biológicas e agrícolas, demonstram como o conceito tem sido associado a diversas realidades setoriais. Outras áreas, como energia, ciências do meio ambiente e estudos decisórios, evidenciam como as pesquisas dedicadas as questões ambientais e energéticas tem recorrido a arcabouços conceituais que busquem explicar a dinâmica industrial – são os estudos de *transição*.

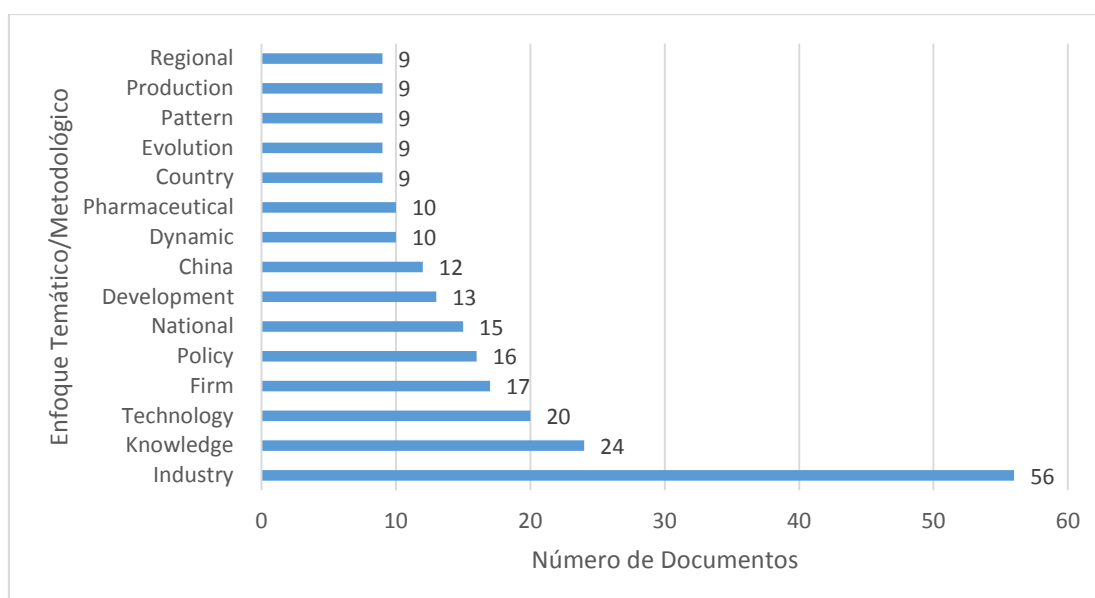
**Gráfico 4 - Citações de Malerba (2002) por área do conhecimento**

Fonte: elaboração própria a partir de *Scopus*.

Finalmente, a **Figura 26** traz a nuvem de conceitos que os trabalhos que referenciam F. Malerba (2002) abordam. É uma forma de visualizar quais os objetivos ou o foco de CC. Além disso, a **Figura 26** cruza estes conceitos com a afiliação institucional de cada “menção”. Os retângulos verdes são instituições e os retângulos azuis são os conceitos-chave de cada documento. Pode-se observar assim que universidades ou institutos de pesquisa mencionam o SSI e sua *finalidade*. Por exemplo, as instituições de CC cujo foco é “China” (28) estão praticamente todas fora da China: seus elos são com instituições do Reino Unido, Coréia e Tailândia. Cabe relatar também o que não está presente na **Figura 26**. “Instituições” e “redes”, blocos fundamentais do SSI, não aparecem, apesar de “technological” (63) e “technology” (58) terem um alto número de aparições. A figura também revela que os estudos regionais estão presentes em CC. Os conceitos “regional” (40) e “inovação regional” (21) (concentrados em

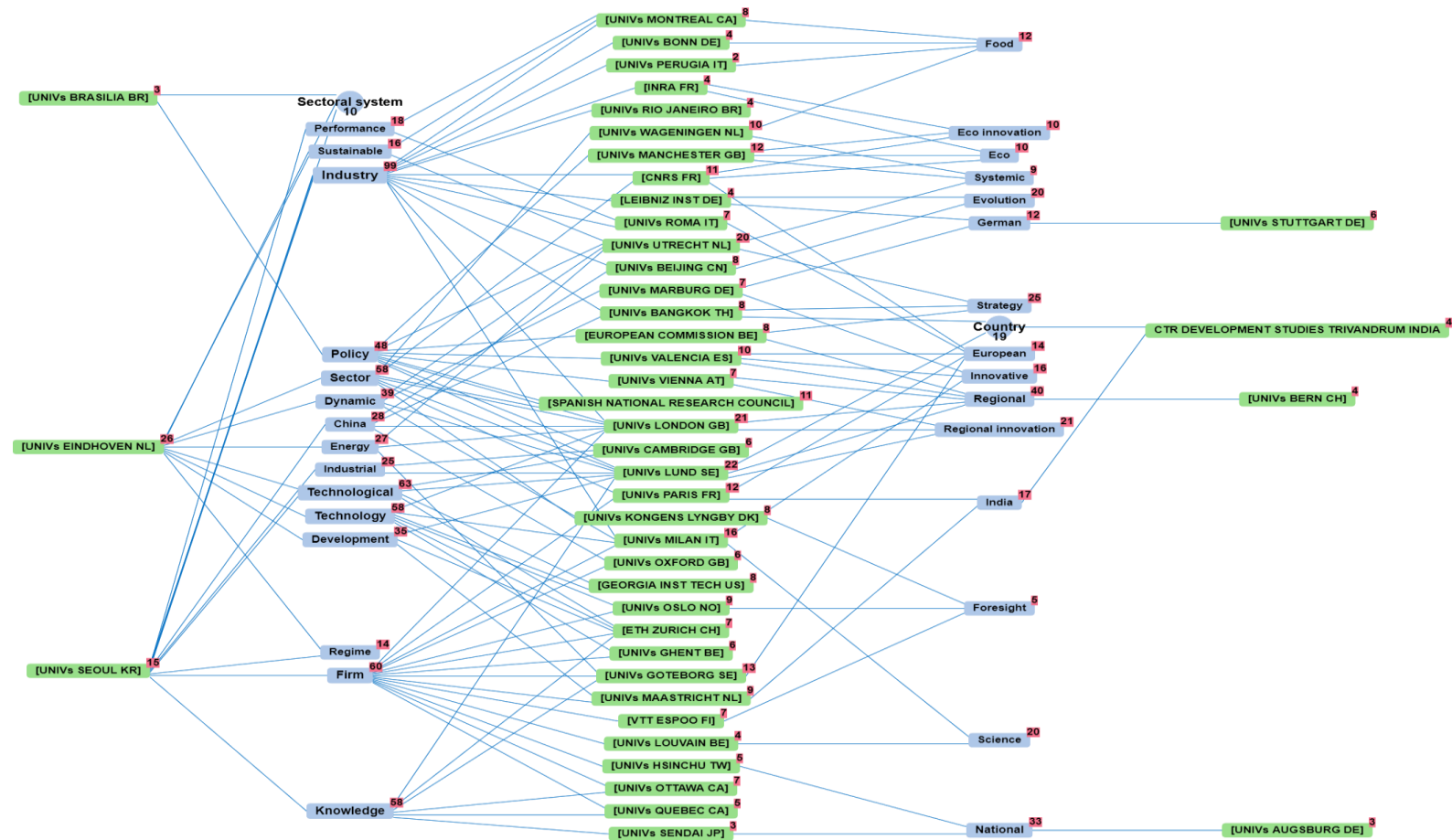
instituições europeias) tem alta recorrência. Esta é mais uma evidência de que CC não contempla exclusivamente estudos setoriais. Por esta razão complementamos nossa análise com o segundo grupo de documentos, CS. Consideramos que fazem parte deste conjunto análises setoriais e que o número total de documentos de CS está, provavelmente, subestimado, devido a alta probabilidade de estudos setoriais baseados no SSI que não foram alcançados pela equação de busca apresentada. É possível observar o enfoque temático e metodológico dos documentos de CS. O **Gráfico 5** traz o número de documentos de CS que aborda certo tema – como farmacêutica (*pharmaceutical*) - ou que aplica certa metodologia – como o recorte regional (*regional*) ou nacional (*national*).

**Gráfico 5 – Co-ocorrência temático-metodológica em CS**



Fonte: elaboração própria a partir de *Scopus*.

**Figura 26 – Rede de Conceitos (por co-ocorrência) e Afiliações de CC**



Fonte: elaboração própria aplicando o software *Intellexir*

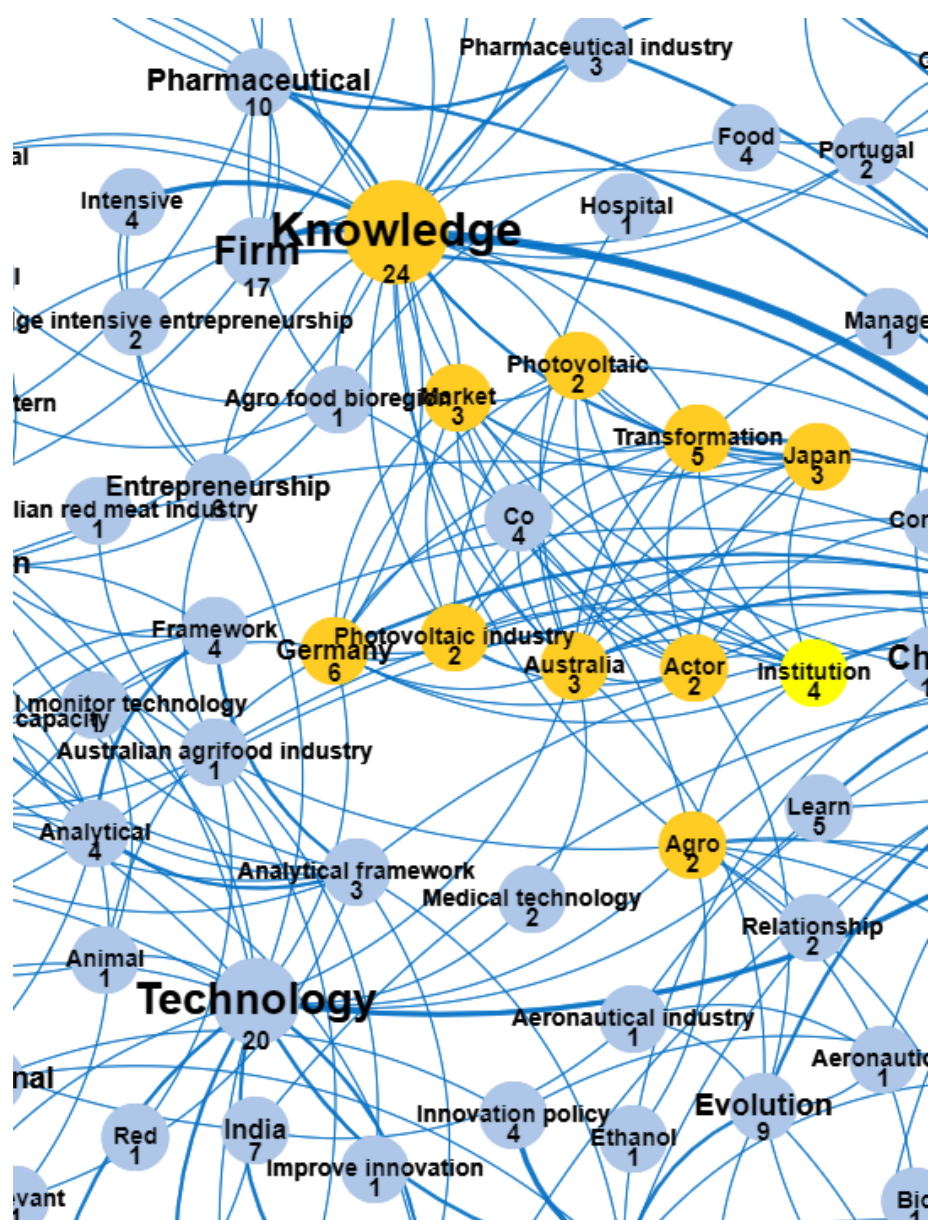
O **Gráfico 5** também permite observar como os estudos focados em dinâmica setorial (*dynamic*) estão em número bem menor do que os estudos focados em tecnologia (*technology*) e conhecimento (*knowledge*) (são apenas 10 daquele contra 44 destes). Novamente, é preciso destacar que instituições nem mesmo são listadas entre os enfoques eleitos pelos estudos setoriais. A **Figura 27** reforça esta percepção. Nela é possível visualizar como os conceitos-chave (temáticos e/ou metodológicos) se relacionam e se cruzam. Por exemplo, há uma forte ligação (elo mais espesso) entre indústria (*industry*), no centro da figura, com conhecimento (*knowledge*). O tamanho dos círculos é proporcional a sua recorrência. Instituições (*institutions*), institucional (*institutional*) e análise institucional (*institutional analysis*) são termos marginais nesta rede, com 4, 4 e 2 registros, respectivamente. Em amarelo, ressaltamos a posição das três formas relacionadas a instituições. Institucional e análise institucional estão no canto direito, sem elos com outros conceitos. Em laranja, (à esquerda de *industry*) há uma rede de conceitos que se relaciona com o termo instituições: conhecimento e mercado são alguns deles. Também em amarelo está o termo dinâmica (*dynamics*): ele está ligado aos termos “indústria espacial”, “comercial” e “agregado”. Para uma melhor visualização, a **Figura 28** traz um recorte da **Figura 27** e permite observar estas ligações de perto. O recurso visual demonstra como a rede é mais densa em torno dos nós indústria (*industry*), tecnologia (*technology*) e conhecimento (*knowledge*). Considerando, neste contexto, o primeiro termo como um termo neutro, a centralidade dos outros dois nós nesta rede é uma evidência de que os estudos setoriais concentram-se no bloco fundamental *base de tecnologia e conhecimento* do SSI; os outros blocos do arcabouço (atores/redes e instituições) têm recebido pouca atenção.

Esta evidência é coerente com as lacunas teóricas apontadas nos capítulos e nas seções anteriores. Uma explicação possível é a própria trajetória de F. Malerba: a sua segunda fase de produção científica, focada em regimes tecnológicos (e tecnologia, de forma geral), foi carregada para sua fase sistêmica (e para o SSI) sem o mesmo peso que as instituições ou as redes. Isto poderia explicar também porque as recomendações de política que advêm de estudos setoriais são recomendações de política tecnológica – ao invés de recomendações mais abrangentes, de política de inovação. A rede de conceitos reforça esta evidência, dado o forte elo entre o termo tecnologia (*technology*) e o termo política (*policy*). A **Figura 29** reproduz este fragmento da rede em detalhes.





**Figura 28 – Co-ocorrência e centralidade dos termos “Conhecimento” e “Tecnologia” em CS**

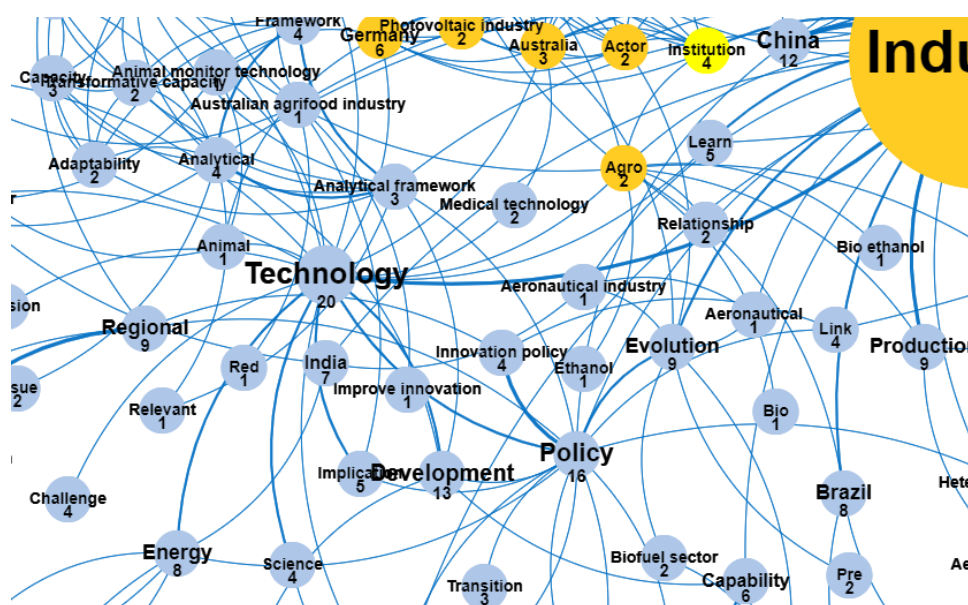


Fonte: elaboração própria aplicando o software *Intellexir*

A alta recorrência do termo *firma* (*firm*) em CS (Gráfico 5 e Figura 29) aponta para um significativo número de estudos que aliou análises setoriais com análise no nível da firma. Este fato é bastante desejável caso se almeje chegar a estudos dinâmicos. Como enfatizamos anteriormente, são análises multiescalares (em mais de um nível de análise) que tem o potencial de desvendar a dinâmica setorial. A recorrência do termo *firma* (*firm*), portanto, indica que a relação micro meso tem sido um caminho seguido com razoável frequência pelos estudos setoriais. A proximidade entre o termo *firma* (*firm*) e conhecimento (*knowledge*) ressalta a forma pela qual esta relação micro meso

está sendo abordada. O termo nacional (*national*) tem 15 co-ocorrências de acordo com o **Gráfico 5**. No entanto, esta relação meso macro não passa por um conceito específico. Uma abordagem meso macro possível seria via instituições, mas a baixa co-ocorrência do termo instituições (*institutions*) indica a falta de estudos setoriais que vão nesta direção. Este contraste pode ser tentativamente explicado pela presença de uma teoria robusta para explicar a dinâmica micro meso – a TEE – e a ausência de uma teoria robusta para explicar a dinâmica meso macro. Dopfer e Potts (2008) realçam o fato de que a relação micro meso pode ser compreendida a partir do *individualismo metodológico*: as escolhas de um indivíduo (a firma) com respeito a uma regra (como uma rotina) são selecionadas e resultam em uma determinada população (o setor). Já a relação meso macro, dizem os mesmos autores, demanda um arcabouço explicativo que parta do *populacionismo metodológico*: capaz de explicar como populações de rotinas evoluem ao longo do tempo (e porque alguns setores vicejam e outros não). E para isto, a TEE não oferece um sólido ponto de apoio.

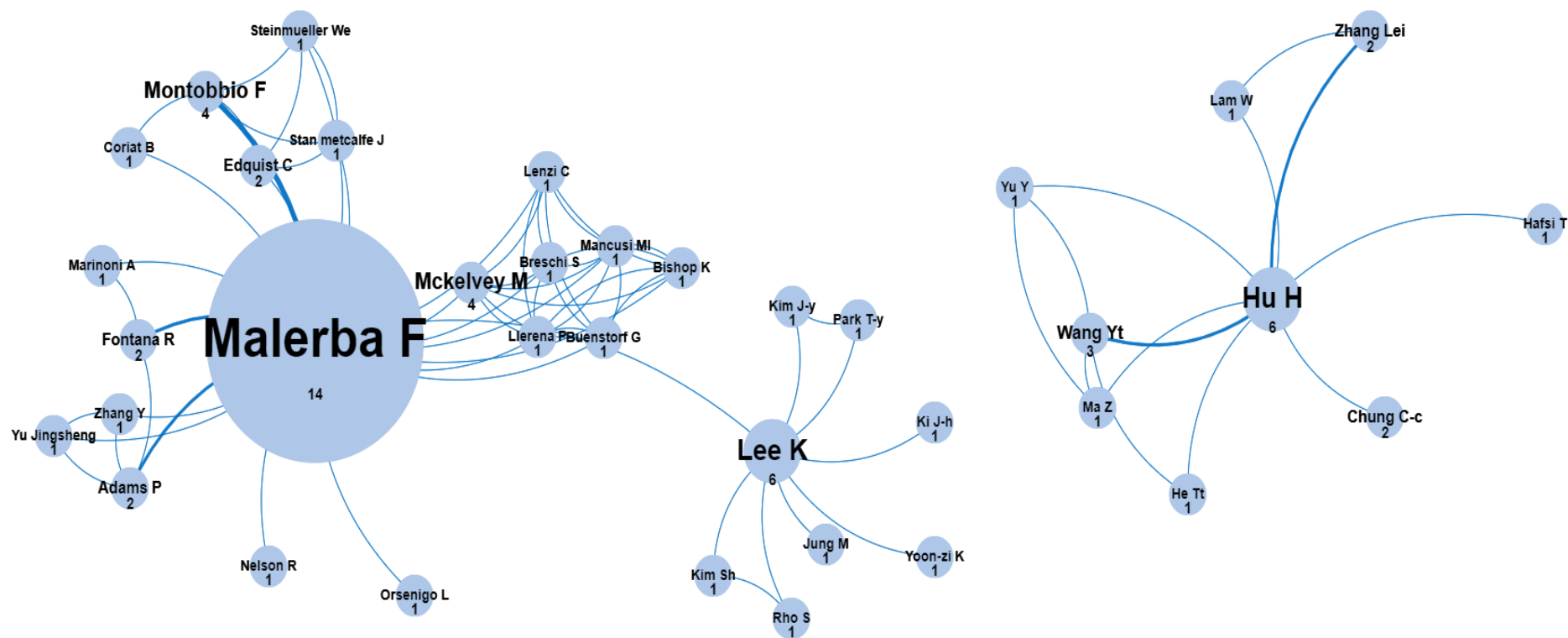
**Figura 29 – Proximidade entre os termos “tecnologia” e “política”**



Fonte: elaboração própria aplicando o software *Intellexir*

A **Figura 30** a seguir é um recorte de uma rede maior gerada pelo software *Intellexir* a partir das co-autorias de CS. É possível divisar nesta figura duas aglomerações, a maior delas (da esquerda) majoritariamente europeia, com ligações com autores coreanos; e a segunda aglomeração composta por autores chineses que trabalham com o SSI.

**Figura 30 – Maiores aglomerações da rede de co-autoria a partir do CS**



Fonte: elaboração própria aplicando o software *Intellexir*

A rede completa de co-autoria conta com 338 autores e dezenas de pequenas aglomerações, indicando uma ampla difusão do conceito, uma comunidade de pesquisadores aplicando a perspectiva setorial, porém, sem grande articulação produtiva entre estes grupos e autores.

Podemos agora retornar ao tópico que ficou em aberto no capítulo 2: a agenda de pesquisa colocada em Malerba (2002). Seu primeiro ponto era (i) alinhar as análises de SSIs em torno de dimensões padrão. O material exposto no capítulo 3 demonstra que este ponto foi razoavelmente alcançado. O desenvolvimento de duas metodologias padrão é um ponto positivo nesta tarefa; o alto número de co-ocorrências de “tecnologia” e “conhecimento” também aponta para um conjunto coeso de estudos no mesmo sentido. O segundo ponto era (ii) construir uma tipologia de SSI. Vimos que isto foi realizado, embora possa ser questionado pela sua complexidade e capacidade de operacionalização. O terceiro ponto consistia em (iii) desenvolver as relações conceituais entre os elementos do SSI. A seção 3.1 cobriu praticamente todo o desenvolvimento das relações conceituais e documentou seu avanço: a demanda<sup>100</sup>, as relações intersetoriais e os atores do SSI avançaram bastante. As redes e as instituições ainda precisam ser melhor integradas e suas relações com os outros elementos aprimoradas. O quarto e último ponto era (iv) desenvolver políticas públicas para fomentar os SSI: vimos que as políticas tecnológicas encontraram um aliado no SSI (e nos HFM), mas políticas de inovação mais amplas dependem dos avanços no ponto (iii) – a capacidade de integrar as redes e as instituições aos elementos da tecnologia e do conhecimento setorial. Malerba *et. al* (2016) propõem um novo balanço da agenda de pesquisa:

- Ampliar o escopo horizontal: aplicar o SSI/HFM para setores de serviços, tais como o setor de saúde;
- Promover comparações internacionais;

---

<sup>100</sup> Cumpre enfatizar a equiparação em termos de importância dos regimes de demanda aos regimes tecnológicos pelos autores. Os avanços na esfera da demanda suscitados pelo primeiro momento de balanço da agenda de pesquisa (MALERBA, 2007) e expostos no parágrafo anterior podem ser os responsáveis por este posicionamento. Em especial, são mencionados (i) o papel dos usuários experimentais no desenvolvimento de novos mercados necessários à manutenção dos novos entrantes durante tempo suficiente para encarar os incumbentes no mercado principal; e (ii) produtos “substitutos imperfeitos” caracterizam mercados fragmentados (sub-mercados) que cumprem um papel importante na evolução industrial e exibem até padrões de desconcentração industrial, indistintamente do regime tecnológico associado (MALERBA *et. al*, 2016:231-2).

- Explicar a dinâmica de *catching up* nos países em desenvolvimento: encarando o *catching up* como um fenômeno especificamente setorial, abre-se um amplo campo de pesquisas que conjuga a evolução industrial almejada pelos países em desenvolvimento e quais as recomendações normativas para tanto;
- Estudar a genealogia das firmas, isto é, de onde vem os entrantes: *spin-offs* parecem ter um impacto específico sobre a evolução industrial e o par SSI/HFM poderia elucidar sua importância;
- Estudar os elementos que fomentam o surgimento de uma nova indústria/setor: a análise, seja histórico-analítica, seja baseada em simulações como os HFM, é geralmente *ex-post*. Desenvolver modelos que expliquem quais elementos prefiguram ao surgimento de um setor pode jogar luz sobre quais são os acontecimentos cruciais *ex-ante* o estabelecimento de um novo ramo;
- Investigar o efeito das instituições (aqui remetendo tanto às fornecedoras de bens tangíveis quanto intangíveis) sobre a evolução setorial.

A multiplicação de temas a serem explorados é interessante, mas somente um deles aborda a problemática das instituições, nenhum aborda as redes conforme salientamos e nenhum abre-se para outros estímulos que não os “eficientistas”. Em resumo, a agenda está marcada pela ausência de iniciativas que incorporem estes elementos e permitam trabalhar melhor com a dinâmica, explicar de fato a co-evolução setorial e avançar sobre a questão da governança setorial para a proposição de políticas de inovação com uma sólida base analítica.

A perspectiva sistêmica conseguiu aproximar e integrar diversos elementos essenciais ao entendimento da dinâmica industrial – da mesoeconomia– mas de forma desigual, devido a sua visão subjacente. Em seguida, discutimos algumas conclusões sobre o SSI, seus alcances, seus limites e respondemos a pergunta de pesquisa.

## **Discussão e Conclusão**

Podemos agora visualizar as contribuições e as limitações do SSI. Optamos por apresentar suas limitações em dois grandes eixos. O primeiro se refere a questões teóricas fundamentais: a (i) subdeterminação, (ii) o problema da coevolução parcial e o (iii) problema da dinâmica. O segundo eixo aborda pontos insatisfatórios na formulação e no uso do SSI, mas que atribuímos a uma interdisciplinaridade incipiente, principalmente no uso de métodos: o (iv) problema do dimensionamento das redes e (v) o problema da formulação de políticas de tecnologia e inovação.

### **Limitações (I) - Problemas Teóricos Fundamentais**

**Subdeterminação:** O SSI é a síntese de duas das principais forças em ação sobre as entidades básicas da economia, as firmas. Estas forças são a concorrência e a cooperação<sup>101</sup>. Caso assumíssemos apenas a importância daquela, não seria mandatório abandonar os modelos de estrutura de mercado (oligopólios, monopólios) da tradição da Organização Industrial mencionados no Capítulo 1 e avançar na formulação de uma nova mesoeconomia. No entanto, a existência da cooperação entre firmas e entre firmas e outras instituições (incluindo organizações como sistemas institucionais, seguindo a interpretação de Strachman, 2002) e o reconhecimento de seu papel decisivo sobre o fenômeno da inovação, exigiram um novo modelo de interpretação da mudança econômica no nível mesoeconômico.

Há uma diferença entre a cooperação e a concorrência. A concorrência é uma força primária, no sentido em que ela emana das mais fundamentais instituições que conformam o sistema capitalista. A cooperação, apesar de ser uma força que ganhou importância, é uma força secundária, que emana do momento histórico específico que vivemos, em que ocorre um aumento da complexidade relacional e cognitiva na geração e difusão de conhecimento (WANG e VON TUNZELMANN, 2000). Freeman e Soete (2008:385) explicitam de forma bastante clara o novo padrão organizacional da inovação para o século XXI:

---

<sup>101</sup> “They [SSI agents] interact through processes of communication, exchange, co-operation, competition and command” (MALERBA, 2002:250). O que Malerba coloca como interação e parece ser, portanto, uma causa da existência da comunicação, cooperação, etc., é na verdade a consequência das forças econômicas primárias da concorrência. Em função da existência destas forças, as firmas tem incentivos para interagir nas formas listadas.

“[...] já existem atualmente suficientes evidências sobre o papel das formações de redes no processo inovativo para se postular que os padrões típicos de inovações do século XIX (o inventor-empresário) e do século XX (o departamento de P&D interno às empresas, com boa comunicação externa) estão crescentemente dando lugar ao padrão de sistemas de inovação colaborativos em redes do século XXI”

O setor é a rede que resulta da interação das forças motrizes da competição e da cooperação, envolvendo atores heterogêneos, de forma a atender uma demanda setorial por um produto setorial. Caso a observação se desse no nível da firma, a inovação ainda seria visível – as forças que a impulsionam, nem tanto. Tanto a competição quanto a cooperação envolvem outros agentes além da unidade fundamental. São forças relacionais, que precisam de mais de um agente para se manifestar e se materializar no tecido econômico, causando a mudança econômica neste processo.

As forças de competição e de cooperação são constrangidas por possibilidades técnicas e pelas instituições, como o estudo de caso do setor elétrico que Furtado (2015) tão claramente demonstra. Estes dois elementos, por sua vez, são parcialmente endógenos ao SSI. A parte indeterminada<sup>102</sup> destes dois elementos diz respeito, no caso das possibilidades tecnológicas, a:

- 1) Quebras de paradigmas tecnológicos (DOSI, 1984) derivados de descobertas científicas;
- 2) Todos os tipos de intersectorialidade: fusão de matrizes tecnológicas e reestruturação da base de conhecimento do SSI devido a uma complementaridade tecnológica.

Já para o caso das mudanças institucionais:

Mudanças institucionais coercitivas, que podem ser de dois tipos: emulação de novas formas institucionais (geralmente de outro país/setor) ou reforço das características institucionais correntes. Não incluímos mudanças contratuais/consensuais dado que elas podem ser consideradas parcialmente endógenas. As mudanças mencionadas podem se dar em variados níveis/esferas, tais como novas exigências fitossanitárias que alteram os parâmetros da demanda e do produto setoriais; ou na forma de novas linhas de crédito subsidiado para parcerias público-privadas para inovar. Em ambos os casos, as instituições relevantes foram alteradas

---

<sup>102</sup> Indeterminada quando o olhar do pesquisador mantém-se restrito a unidade de análise setorial.



exogenamente ao SSI e afetam as forças de competição/cooperação em seu âmago.

Isto não significa ignorar a coevolução entre os elementos do SSI, mas reconhecer que existem elementos que influem na dinâmica do setor e que estão fora de suas fronteiras. Conclui-se, portanto, que a perspectiva do SSI é *subdeterminada*<sup>103</sup> e exige invariavelmente o complemento de arcabouços interpretativos auxiliares – como o SNI e/ou o SRI – para análises dinâmicas completas. Em outros termos, lançando mão da teoria de sistemas, o SSI é um sistema aberto: para explicar sua transformação, é preciso recorrer a elementos que estão fora do próprio sistema. A subdeterminação talvez não seja bem caracterizada como um problema – ela é mais uma característica inerente à dinâmica de sistemas. A complementaridade entre a abordagem mesoeconômica e outras (micro e/ou macro) vão na direção da emergente literatura de evolução de sistemas (KASTELLE *et. al*, 2012). Esta conclusão tem algumas implicações:

- 1) Toda análise setorial dinâmica baseada apenas no SSI é incompleta;
- 2) A complementação da análise dinâmica setorial, quando recorre a outros esquemas interpretativos como o SNI/SRI, torna endógena a maior parte dos elementos tecnológicos e institucionais que agem sobre o SSI, mas nem todos. Especialmente no caso de SSI geograficamente dispersos, não há garantias de que haverá homogeneidade institucional agindo sobre as forças de competição e cooperação setoriais; tampouco é possível recorrer a um único SNI como esquema interpretativo auxiliar (no caso de um SSI globalizado). O “passeio” entre o SNI/SSI – ou *abordagem multiescalar* - ainda é a forma mais garantida de se alcançar uma explicação compreensível da dinâmica setorial;
- 3) Dada sua natureza semelhante, é plausível assumir que o SNI e o SRI também apresentarão algum grau de subdeterminação; isto não importa. A iteração do movimento de complementação dos determinantes dinâmicos não pode ser indefinida, sob pena de inviabilizar qualquer análise empírica. É preciso tolerar certo grau de subdeterminação, sendo mais importante

---

<sup>103</sup> Sozinha, sua capacidade para explicar seus próprios processos de transformação sempre é limitada. O paralelo é com a hipótese de Duhem-Quine, de que nenhuma hipótese científica pode, isolada, ser testada empiricamente. Qualquer hipótese exige um conjunto de pressupostos ou hipóteses auxiliares para que um exercício empírico possa ser válido e validá-la (ou falseá-la).

capturar os elementos chave (*key-elements*) (LAZONICK, 1994) agindo sobre as principais forças que moldam o *loci* setorial.

- 4) O mesmo raciocínio pode ser aplicado para análises dinâmicas macro que desconsideram o nível meso: elas certamente deixarão de fora elementos explicativos importantes. Como Niosi (2010:33) ressalta, “At country level, the rise or decline of a single sector may help to explain the processes of ‘falling behind,’ ‘forging ahead,’ and ‘catching up,’ which a purely macro-economic approach cannot explain”. Basicamente, estamos subscrevendo a defesa da perspectiva multiescalar – ou em mais de um nível – como defendida por Murmann (2003) e Dopfer e Potts (2008).

**Coevolução:** o que foi exposto no primeiro item, acima, reverbera sobre o tema da coevolução. De fato, assumindo o SSI como um sistema aberto, a mútua determinação dos elementos estrutura setorial/tecnologia/instituições se enfraquece e torna-se parcial. Em outros termos, sua relação é condicionante, não determinante. No entanto, F. Malerba nunca afirmou que não haviam outras forças externas agindo sobre a dinâmica do SSI, de modo que esta não é a verdadeira problemática que recai sobre a coevolução. O problema para conceitualização – e consequentemente, operacionalização – da co-evolução no SSI é a natureza das instituições.

Colocando o problema de forma direta: não sabemos qual é o movimento de mudança da instituição X (digamos, direitos de propriedade intelectual) que se seguiria a mudanças na tecnologia ou na estrutura setorial (rede) de um dado SSI. Não foram definidos padrões porque o que seria o equivalente aos “microfundamentos” das empresas – racionalidade adaptativa como postulado pela economia evolucionária (capítulo 1) – não se aplica ao campo institucional. Strachman (2002) lista quatro elementos que podem influenciar o processo de mudança institucional: ideologia, interesse, política e o período histórico. A tentativa de Nelson (2002) de unificar os microfundamentos da economia evolucionária e da economia institucionalista lançando mão do conceito de *rotinas* é apenas o início de uma agenda de aproximação entre os dois campos<sup>104</sup>.

---

<sup>104</sup> A generalização mais ampla de Dopfer e Potts (2008) baseia-se em “regras” genéricas – institucionais, tecnológicas, estratégicas, etc. – mas também parece não se ater ao fato de que uma instituição pode ser construída sobre um substrato ideológico, por exemplo, cuja origem e perpetuação dificilmente poderiam ser explicadas a partir da abordagem evolucionária. Eles também perdem de vista o fato de que muitas instituições não surgem a partir da ação deliberada ou acidental de agentes individuais – tornando inócuo portanto seu individualismo metodológico.

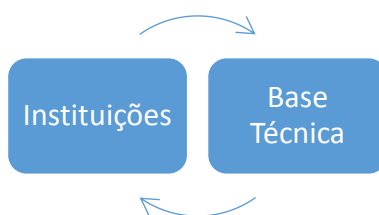
Para ilustrar a dificuldade apontada, vamos recorrer a um dos estudos de caso mais celebrados do processo de coevolução setorial: o da indústria química alemã, resgatado por Murmann (2003). Este autor descreve como o crescimento da indústria levou à ação dos “capitães da indústria” no sentido de moldar seu próprio ambiente de seleção, alterando as instituições nas quais estavam inseridos (*embedded*). No caso, a instituição em jogo era o sistema de formação superior de químicos. A ação coordenada e coletiva buscou meio políticos formais e informais para direcionar a trajetória institucional a seu contento. Podemos ver como, no exemplo de Murmann, os líderes da indústria química, respondendo a mudanças na base de conhecimento e tecnologia, seguiram uma lógica instrumental para agir sobre as instituições, movidos pelo *interesse*. No entanto, que garantia há de que outros atores de outros SSI se comportem mediante a mesma lógica? Dos elementos de E. Strachman, J.P. Murmann consegue capturar apenas um.

Decorre do exposto que a avaliação de mudanças institucionais que acompanham transformações em um SSI torna-se praticamente uma descrição histórica. Em geral, não é possível definir, entre as diversas possíveis causas da mudança institucional, quais teriam sido as responsáveis por um certo estado final das instituições. Pior, não possuímos ferramentas para identificar por meio de que mecanismos, de qual *racionalidade*, aquele estado final das instituições sobreveio. A teoria perde, assim, seu poder explicativo. Ressaltamos que o oposto não ocorre. Quando há uma quebra institucional, é possível apontar quais parâmetros relevantes da base de conhecimento ou da estrutura setorial são afetados. Alterando estes parâmetros, é possível criar cenários plausíveis para a evolução do SSI sob a égide de novas instituições. Isto se dá porque conhecemos (ou aceitamos a economia evolucionária como uma representação boa o suficiente da realidade) os mecanismos comportamentais de resposta das unidades básicas – as firmas – à mudanças nos parâmetros.

A **Figura 31** esquematiza a coevolução entre as instituições e a base técnica de um SSI. A seta de cima, que parte de uma mudança institucional para uma reconfiguração da base técnica é *descritiva* e *explicativa*. Temos uma teoria – seja ela contestada ou não – capaz de nos proporcionar isso. A seta de baixo, que parte de uma mudança na base técnica para uma reconfiguração institucional é somente *descritiva*. Não dominamos os microfundamentos do rearranjo institucional – já que, como Niosi (2010) bem apontou, boa parte das instituições relevantes aqui resultam de pressão política. Não podemos, portanto, explicá-lo como gostaríamos. Isto não quer dizer que a

coevolução não existe. Quer dizer que não temos uma teoria satisfatória para explicações generalizadas.

**Figura 31 - Coevolução entre Instituições e Base Técnica setorial**



Fonte: elaboração própria.

Murmann (2003) tentou resolver esta questão propondo uma teoria evolucionária institucional. Comentamos no capítulo 3 as dificuldades de se alcançar uma teoria evolucionária institucional razoável. O próprio Murmann reconhece que é difícil que as instituições se comportem como unidades sendo selecionadas, e por isto sua definição de coevolução inclui “influência causal” não só nas possibilidades de seleção (como se dá no sentido instituições – rotinas) como também na manipulação do mecanismo de seleção (como se deu no setor analisado, a partir do exercício do poder em termos de interesse coletivo). Geels (2004) preferiu ampliar a unidade de análise do SSI para o Sistema Sócio-técnico. Assim, ele não resolve o problema, mas cria outros, associados ao seu próprio novo arcabouço conceitual/unidade de análise cujo escopo é muito mais amplo.

Existem outras possibilidades. O maior entendimento dos microfundamentos da dinâmica de redes, relatados por Giuliani (2013), são uma forma, bem em seu início, de se compreender como a estrutura das redes – e por que não as redes do SSI – evoluem. Daí para frente, o problema seria como interpretar a estrutura de redes como instituições ou organizações específicas. Ainda assim, nem todas as instituições relevantes para o SSI são tocadas pela sua estrutura. Algumas são exógenas ao SSI, como visto no ponto da subdeterminação comentado acima, tal qual a legislação de propriedade intelectual. Neste caso, haveria alguma base para iluminar a dinâmica das microinstituições – tal como definidas por Strachman (2002) – mas ainda estaríamos apenas descrevendo mudanças nas macroinstituições. No próximo ponto, sobre o uso das redes, vamos nos aproximar novamente desta questão.

No capítulo 2 e 3 foi dito que F. Malerba trabalhou pouco com as instituições, principalmente se comparado com o *building block* da base de conhecimento. Com o que foi dito aqui, conclui-se que o problema da coevolução parcial decorre menos da

trajetória específica de seu formulador e mais da inerentemente complexa e multifacetada natureza das instituições.

**Dinâmica:** qual é o *drive* da mudança de um setor em uma única e inequívoca frase? O SSI deveria nos responder esta questão de pronto; esta era sua motivação fundamental. Foi para isto que o autor italiano “ampliou as fronteiras da indústria”. Porque então, é tão difícil enxergar o que torna dinâmica esta unidade de análise? Nossa resposta tem duas partes. A primeira diz respeito a um distanciamento da perspectiva multiescalar, pré-requisito para a dinâmica baseada na TEE. A segunda diz respeito a negligência das *forças* interdisciplinares que impulsionam o setor para uma reconfiguração.

A economia evolucionária é a base teórica que lida diretamente com processos de mudança. Dela, portanto, deve vir o elemento dinâmico para o SSI. Dopfer e Potts (2008) esclarecem o processo de transformação econômica via um esquema em três níveis que já foi apresentado: micro, meso e macro. Para nossa discussão, basta tratarmos da natureza e da interação dos dois primeiros níveis. O nível micro seria o responsável por gerar a variabilidade (**R1**) de distintas regras/rotinas: tecnológicas etc.. Mecanismos de seleção (**R3**), daí em diante, entram em cena e definem a trajetória das regras/rotinas selecionadas, dando origem ao nível populacional conhecido como meso. O SSI encaixa-se como um nível meso específico, buscando lidar com regras/rotinas institucionais, mas principalmente, *tecnológicas*. Até recentemente, as contribuições ao SSI eram no sentido de compatibilidade entre esferas meso de natureza diferente: como as regras/rotinas tecnológicas condicionavam ou dependiam de certas regras/rotinas institucionais, ou como davam origem a certas configurações meso (redes). Veja-se como exemplo o trecho a seguir:

“Changes in the knowledge base or in demand affect the characteristics of the actors, the organization of R&D and the innovative process, the type of networks, the structure of the market and the relevant institutions. All these variables in turn lead to further modifications in the technology and the knowledge base and demand, and so on.” (MALERBA, 2003:350).

No trecho acima, fala-se de “mudança”, mas sua origem é uma incógnita. Os agentes micro (firmas ou organizações), aparecem como intermediários do processo de mudança de elementos meso (tecnologia e demanda setorial). Para fins de clareza de exposição e de operacionalidade do arcabouço, o contrário deveria ser enfatizado. As escolhas dos atores, firmas e organizações, são constrangidas pela demanda, tecnologia

e instituições em  $t_0$ . Após suas escolhas, estes domínios sofrem modificações (que se somam a transformações exógenas ao setor). Em  $t_1$ , então, os atores, firmas e organizações têm suas escolhas constrangidas por um novo conjunto de tecnologia, demanda e instituições etc.. Em suma, faltava a este universo meso, a estas populações de regras/rotinas tecnológicas e/ou institucionais, a integração com os elementos micro que iniciam o processo de transformação econômica na visão da TEE.

Em desdobramentos recentes da agenda de pesquisa de F. Malerba e pesquisadores associados, esta conexão micro-meso parece ter sido o foco. Há o reconhecimento de que o SSI é o elemento que poderá unificar as duas rotas de pesquisa:

“a sectoral system approach examines innovation as the result of both firm-specific variables (such as firms’ learning and capabilities, R&D and production investments, strategies and organizational structure) as well as other variables related to knowledge, networks and institutions” (FONTANA *et. al*, 2016:196).

A TEE tradicional preencheu de forma razoável o nível micro quando ele era composto apenas de firmas. A abordagem sistêmica da inovação multiplicou os agentes micro e as possíveis formas comportamentais destes agentes frente a inovação, bem como suas interações com outros agentes e recursos do sistema. A agenda microeconômica da KIE, portanto, emerge como uma forma de se enfrentar esta lacuna. O desenvolvimento da KIE em paralelo com o SSI<sup>105</sup> pode ser o caminho para que a dinâmica torne-se, de fato, operacionalizável neste arranjo multiescalar micro meso.

Em segundo lugar, há o problema dos impulsos e forças negligenciados pela teoria econômica que tem parte na dinâmica das estruturas econômicas e no pressuposto co-evolucionário de transformação entre redes, tecnologias e instituições. Enquanto o primeiro problema da dinâmica está sendo contemplado pela agenda de pesquisa corrente, o segundo continua à margem do debate. Vimos que o *poder normativo* das firmas foi muito pouco explorado, apesar de haver evidências de seu papel decisivo na dinâmica setorial. Cumpre ressaltar que o SSI é a interpretação *malerbiana* dos complexos fenômenos dinâmicos que ocorrem no nível mesoeconômico, sendo possível que outros autores preocupados com o mesmo fenômeno desenvolvam perspectivas diferentes, mais ou menos atinentes com os temas expostos.

Em suma, o SSI não integrou as dimensões micro e macro de forma coerente até o momento. Sua representação micro meso vem sendo aprimorada (KIE). É preciso, no

<sup>105</sup> “[...] deeper analyses of the different dimensions of knowledge-intensive entrepreneurship and their links with innovation systems are required” (MALERBA, 2010:24)

entanto, ter atenção para que essa conceitualização não fique novamente presa exclusivamente na esfera tecnológica de relação micro meso. A relação meso macro foi muito menos explorada. Os *insights* neste nível recorrem a explicações institucionais (à *la* variedades de capitalismo) para explicar porque alguns setores prosperam em um SNI e outros não. Neste caso, a esfera tecnológica recebe menos atenção. De forma geral, a “seleção setorial” que seria o processo dinâmico da ligação meso macro é um tópico muito menos desenvolvido metodologicamente que o nível micro meso.

O ideal seria que o trinômio genérico “micro meso macro” fosse abordado de forma específica como “agentes – SSI – SNI”. E estas duas relações (“agentes – SSI”; e “SSI – SNI”) deveriam ser exploradas nas esferas tecnológica, institucional e de redes. Contudo, o que foi desenvolvido até agora mal chega a conectar estas três unidades de análise específicas. A relação micro meso (“agentes – SSI”) foi parcialmente explorada do ponto de vista tecnológico: o papel da tecnologia herdou muito da agenda de pesquisa dos regimes tecnológicos. A relação meso macro (“SSI – SNI”) foi parcialmente explorada pela esfera institucional. Outros elementos, como as complementaridades dinâmicas e a demanda, que podem ser pontos de partida para se compreender as relações intersetoriais, foram pouco abordadas.

### **Limitações (II) - Problemas de Integração Interdisciplinar**

“a tradição dos sistemas setoriais advoga que no âmbito da inovação e da evolução industrial, a pesquisa deve ser necessariamente interdisciplinar. Isto significa que a total compreensão de tópicos como a inovação e a evolução das indústrias passa pela integração da economia, história, sociologia, tecnologia, gestão e organização” (MALERBA, 2006:39, tradução própria).

A integração destes campos apontados por Malerba (2006) não ocorreria sem problemas. Seleccionamos apenas dois pontos de contato que merecem atenção especial.

**Redes:** é difícil compreender como as análises de redes sociais passaram ao largo das metodologias do SSI, sendo a rede a própria estrutura setorial. Neste caso, o arcabouço parece sofrer de *path-dependence* de seus formuladores: os capítulos 2 e 3, ao resgatar a história do pensamento econômico associada ao conceito, iluminaram a trajetória de F. Malerba e de outros pesquisadores envolvidos na formulação do SSI. Poucas vezes eles lançaram mão do uso de análises de redes sociais. Seus modelos computacionais enfatizam a concorrência e negligenciam a cooperação. Sua origem na economia industrial/da tecnologia e sua ênfase nos aspectos eficientistas do setor e das firmas é uma hipótese razoável para explicar o afastamento desta metodologia calcada em conceitos mais sociológicos do que econômicos.

No entanto, na era do “capitalismo de redes” (VON TUNZELMANN, 2003), não existe a possibilidade de se tratar dos setores sem construir modelos baseados em rede. É preciso avançar nesta direção. Apesar da própria análise de redes sociais lidar com seus problemas teóricos, o campo está suficientemente bem consolidado para proporcionar uma metodologia segura ao pesquisador que queira mapear um SSI e entender a transformação do sistema. F. Malerba listou os blocos fundamentais do SSI como (i) atores e redes, (ii) base de conhecimento e (iii) instituições. No entanto, as medidas do SSI que ele continua utilizando são concentração, tendência à concentração ou desconcentração, surgimento de uma grande empresa em linha com a maturidade tecnológica do setor etc. Todos estes elementos refletem apenas parcialmente o setor, com foco demasiado nas firmas e nos processos tecnológicos subjacentes a elas e ao seu padrão de concorrência. As medidas gerais do SSI deveriam ser: centralidade dos atores, densidade da rede, fragmentação da rede, coeficientes de distribuição dos elos, buracos estruturais, identificação de elos fracos etc.. O desenvolvimento desta abordagem para o SSI permitiria também estudar a distribuição dos frutos do progresso técnico entre os participantes da rede, tema nem mesmo mencionado na literatura que analisamos (apropriabilidade não se refere especificamente aos membros de uma rede, nem demonstra se existe um nó do SSI concentrando apenas para si recursos gerados pelo coletivo).

Em um segundo momento, seria preciso identificar a dinâmica de redes do SSI, de maneira análoga a que Giuliani (2013) realiza para um *cluster*. Esta transladação deve ser feita com cuidado, respeitando as diferenças, especialmente territoriais, entre o *cluster* e o SSI. Seria possível observar se as forças endógenas à rede são mais fortes ou mais fracas no SSI, caso se estudasse uma quantidade suficiente de casos. Estas medidas poderiam ser o ponto de partida para a construção de tipologias: SSIs nos quais as forças endógenas à rede se sobrepõem (efeitos de coesão) e SSIs nos quais as forças endógenas a agentes individuais se sobrepõem (efeitos de base de conhecimento e outros que afetem a dinâmica da estrutura da rede).

Por fim, o melhor uso da metodologia de análise de redes sociais contribuiria para solucionar o recorrente problema da demarcação das fronteiras setoriais. A sobreposição de três ou quatro tipos de redes (científicas, tecnológicas, alianças) conformaria os aspectos funcionais do setor (gerar tecnologia, absorver conhecimento externo, cooperar) e proporcionaria não fronteiras estanques, mas um tipo de gradiente baseado na rede de redes (*network of networks*). Além de acomodar a dinâmica em seu



bojo, esta forma de visualizar a fronteira do setor ressaltaria a necessidade de governança destas múltiplas formas de rede, cada uma com sua função, cada uma com seus atores centrais etc.. O tema da governança será retomado a seguir, como importante elemento a ser integrado para solucionar a problemática da formulação de políticas de tecnologia e inovação baseadas no SSI.

**Políticas de Tecnologia e Inovação:** Vimos que F. Malerba, apesar de ter desenvolvido um Sistema Setorial de *Inovação*, geralmente oferece políticas de *tecnologia*. A conexão entre os agentes inovadores e o nível meso baseados numa visão enviesada para a tecnologia explica em partes esta incoerência. O avanço da KIE e sua visão sistêmica e processual do empreendedorismo e da inovação<sup>106</sup> pode alterar este cenário. Isto, entretanto, não será o suficiente. Novamente, é preciso se aproximar dos estudos de rede para formular e sugerir políticas de inovação. É preciso também se aproximar dos instrumentos analíticos de política e poder se se pretende associar as políticas de inovação a políticas industriais que levem em consideração grupos de interesse (TAPIA, 1995).

Uma abordagem possível para a formulação de políticas de tecnologia e inovação a partir do SSI seria a de falhas de rede (*network failures*). Um bom ponto de partida seria a identificação de redes internas e redes externas ao SSI sob escrutínio. Assim seria possível aplicar a noção de alinhamento de redes (*network alignment*) proposto em Von Tunzelmann (1998; 2010). A capacidade de coordenar redes internas e redes externas seria uma forma de se mensurar o potencial de um SSI de influenciar as transformações no arcabouço institucional que lhe constrange.

Neste caso, outro caminho possível relaciona-se com um ponto comentado por Von Tunzelmann (2003): *sistemas setoriais de governança* (SSG). O SSG estaria preocupado com “a multiplicidade das formas de controle” e sua ênfase recairia sobre “o papel dos intermediários e das redes”, especificamente no contexto setorial (VON TUNZELMANN, 2003:367). Esta multiplicidade de formas de controle deve-se à coexistência de múltiplas formas de governança (mercados, hierarquias e redes). O ponto mais enfatizado pelo autor é de que existem, na verdade, redes de redes (*networks of networks*) em sistemas de sistemas (*systems of systems*). A complexa relação entre todos os atores que fazem parte deste quadro – e podemos pensar em um enquadramento setorial – necessita de alinhamento (*alignment*). Quando há alinhamento

---

<sup>106</sup> Para isso ver, especialmente, Radosevic (2010).

entre os atores, a dinâmica da rede ou do sistema toma impulso e uma direção bem definida (KIM e VON TUNZELMANN, 1998).

O ponto mais preocupante é o movimento de utilização dos SSI para estudos de *catching-up* e desenvolvimento (MALERBA e MANI, 2009; MALERBA e NELSON, 2011; MALERBA e NELSON, 2012; LEE e MALERBA, 2017; LANDINI *et. al*, 2017). A ausência de diálogo com questões de governança, ou com determinantes da dinâmica institucional podem levar a uma utilização dos SSI concentrada nos aspectos tecnológicos de transformação mesoeconômica – uma abordagem muitas vezes insuficiente para transformar as realidades sub-desenvolvidas. Albuquerque (2007) enfatiza a necessidade de “inovações institucionais” em países sub-desenvolvidos, especificamente a construção paralela<sup>107</sup> entre sistemas nacionais de inovação e a formação de estados de bem-estar social capazes de contrarrestar *lock-ins* presentes ao longo de toda a história destes países, como a desigualdade de renda. Nestes países, a mera inserção de novos setores altamente tecnológicos, ou dinâmicos a sua maneira, não garante o desenvolvimento. O progresso tecnológico “é capturado pela concentração de renda, que por sua vez reforça a concentração” (ALBUQUERQUE, 2007:682, tradução própria). O foco setorial desprovido de atenção com o alinhamento dos atores e com a governança, pode retroalimentar um processo de subdesenvolvimento – justamente o contrário que os estudos de *catching-up* se propõem.

Não basta, portanto, observar janelas de oportunidade (LEE e MALERBA, 2017; LANDINI *et. al*, 2017) para que os países busquem liderança industrial no setor A ou B. É preciso atentar para os interesses setoriais e como eles se articulam com os interesses nacionais. O problema do desenvolvimento deve ser articulado – como a própria questão da dinâmica mesoeconômica, da qual é co-irmão – em mais de um nível. E as instituições não podem estar ausentes do diagnóstico para o desenvolvimento: “There are decisive qualitative steps that seem to be a precondition for the whole developmental process. The key step might be the untangling of a deep-rooted **institutional arrangement** that reproduces the modernisation–marginalisation polarisation” (ALBUQUERQUE, 2007:677, grifo nosso).

---

<sup>107</sup> “This institutional co-evolution is necessary, given the nature of the modernisation–marginalisation polarisation” (ALBUQUERQUE, 2007:683).

As contribuições do SSI estão a seguir divididas em dividendos teóricos e instrumento analítico. Os dividendos teóricos seriam as contribuições do SSI às próprias teorias que lhe serviram de base, isto é, os estudos industriais, a economia evolucionária e os sistemas de inovação. Seu alcance enquanto instrumento analítico é tão maior quanto mais ele é capaz de lidar com as complexas interações dos diversos campos no nível mesoeconômico.

### **Contribuições (I) - Dividendos Teóricos**

“Para ser aceita como paradigma, uma teoria deve parecer melhor que suas competidoras, mas não precisa (e de fato isso nunca acontece) explicar todos os fatos com os quais pode ser confrontada” (KUHN, 2013 [1962]:80). O trecho extraído da obra mais difundida de T. Kuhn resume a conclusão a que chegamos ao fim desta dissertação (com a ressalva de que nosso objeto não se trata de um paradigma, mas de um arcabouço específico a um nível de análise). O SSI possui limitações conforme relatamos. No entanto, suas contribuições são diversas e, certamente, ultrapassam as limitações, e estão sistematizadas a seguir.

**Economia Industrial:** muitos economistas identificaram as dificuldades da economia industrial tradicional em lidar com a transformação estrutural, com a dinâmica mesoeconômica. Poucos tiveram a coragem para propor uma nova unidade de análise capaz de lidar com estas questões. O SSI não se furtou ao trabalho de mergulhar na interdisciplinaridade para repaginar os estudos de dinâmica industrial. A ampliação das fronteiras da indústria – prevista em Malerba e Orsenigo (1996) - realmente aconteceu. Na verdade, continua “acontecendo”, à medida em que novas contribuições vão esclarecendo as relações entre os conceitos do SSI. Hoje, é difícil pensar em como um setor se transforma, em suas características tecnológicas, sem associar estas questões ao SSI. Portanto, o SSI surge como uma audaciosa empreitada, que buscou integrar muitos pontos levantados pelos pioneiros dos estudos industriais em um instrumento analítico mesoeconômico compreensível.

**Sistemas de Inovação:** a aplicação do princípio multiescalar torna-se possível a partir da proposição do SSI. Saltar diretamente do SNI para o nível das firmas não é nem empírica nem teoricamente factível. A formulação mesoeconômica sistêmica permitiu vincular os dois níveis macro e micro de forma mais coerente. Sem dúvida, o SSI também proporcionou uma nova linha de estudos que enfatiza os elementos

preteridos pelas visões não-sistêmicas: universidades, institutos/centros de pesquisa e órgãos governamentais.

**Economia Evolucionária:** o método HFM é conexo ao SSI e teoricamente derivado dele. Chamado de “segunda geração” dos modelos evolucionários, os HFM ainda podem ser explorados de diferentes maneiras, abrindo novas possibilidades para o aperfeiçoamento da TEE. Conseguem exibir como ocorre a evolução e a seleção de vários parâmetros na relação micro meso e também como eles reagem a discontinuidades. Estas discontinuidades foram detectadas como momentos ideais para esforços de *catch-up*. Desta maneira, o HFM surge como um instrumento capaz de propor políticas de tecnologia (e eventualmente de inovação) setorialmente direcionadas.

À medida em que os novos estudos baseados em HFM modelarem a inovação como um fenômeno que ocorre com a participação de universidades ou redes de colaboração entre firmas, sua aplicação como instrumento de formulação de políticas será ampliada. Seus exercícios contra-factuais também podem servir de base para estudos empíricos e de relações conceituais que podem aprimorar a TEE.

### **Contribuições (II) - Instrumento Analítico**

Argumentamos que o SSI foi capaz de (i) prover um grupo de elementos comum para a análise setorial; (ii) enfatizar aspectos do nível setorial relacionados à história e ao conceito de *path-dependency*; (iii) conciliar a perspectiva tecnológica gradualista com a perspectiva tecnológica descontínua.

A análise bibliométrica conduzida no capítulo 3 aponta para uma aceitação crescente do SSI como unidade de análise. A comunidade de pesquisa passa a utilizar esta referência e os trabalhos, em instituições espalhadas pelo mundo, começam a tomar uma forma semelhante, permitindo análises comparativas.

A história dos setores é invocada como fundamental para a compreensão de sua transformação. Assim, recupera-se o legado dos pioneiros da economia industrial discutidos no capítulo 1.

Por fim, ao definir o setor como unidade de análise, o SSI conseguiu compatibilizar duas correntes interpretativas da mudança técnica e da dinâmica industrial – a estruturalista e a baseada nas discontinuidades históricas. A literatura sobre a mudança técnica enfatizava regimes tecnológicos, que tem seus problemas próprios de qual unidade de análise mais adequada para observá-los (DOSI *et. al*, 1997:17; LEIPONEN e DREJER, 2007). O SSI, ao recorrer a esfera meso, mas

ampliando as fronteiras da indústria, consegue dar uma solução criativa para este problema. No fim das contas, a problemática da unidade de análise adequada parece pairar sobre todas as outras questões, afinal a unidade eleita define as possibilidades de qualquer estudo. Sobre isso, Lazonick comenta:

“The complex, cumulative, and continuous character of innovation makes the unit of analysis that one chooses to study of central importance to understanding how innovation actually occurs. The “correct” unit of analysis is the one in which the “key” decisions and actions that contribute to innovation are made. An important part of the intellectual task is to identify the “key” decisions and actions and to justify the reasons for designating them as “key.” The correct unit of analysis may be, for example, an individual, a household, an enterprise, an industry, an industrial sector, a technological community, or a government” (LAZONICK, 1994:247-8).

Muitos problemas e más interpretações teriam sido evitados se se tivesse prestado menos atenção nos *building blocks* do SSI e mais atenção nas forças de mudança (*key actions/decisions*, nas palavras de Lazonick). Os *building blocks* em si não inserem dinâmica no sistema, eles são formas específicas (populações de regras/rotinas específicas) ou canais das forças de competição e cooperação, que conseguem ser observadas por meio do SSI como em nenhuma outra unidade de análise.

Finalmente, retornamos à pergunta de pesquisa, enunciada na introdução deste trabalho. **O SSI é um instrumento analítico mesoeconômico dinâmico?** A resposta, tendo em vista o exposto até aqui, é negativa. O SSI é uma unidade de análise mesoeconômica<sup>108</sup>. Ele pode ser a base de uma análise mesoeconômica dinâmica caso o pesquisador tenha habilidade para (i) fundamentar-se sobre a teoria evolucionária e sistêmica (e cada vez parece mais necessária uma síntese na forma de evolução de sistemas); (ii) recorrer a unidades de análise complementares, procedendo a uma análise multiescalar; (iii) integrar outras categorias disciplinares, tais como instrumentos analíticos da ciência política e da sociologia.

<sup>108</sup> Dopfer e Potts (2008) e Kastele *et. al* (2012) exploram a possibilidade de enquadrar o setor e o SSI como uma unidade macro. Isto deslocaria “rotinas” (genéricas ou específicas) para o nível micro e as populações de rotinas ou regras (consubstanciadas em firmas ou outras organizações) para o nível meso. Neste caso o setor seria o nível macro em que populações de “rotinas” ou regras genéricas disputam precedência. Preferimos não explorar esta possibilidade (que tem fundamento e talvez seja necessária) em função da complexidade do tema. Considerar firmas/organizações como constituintes do nível micro, o SSI como meso e o SNI como macro já implica em uma profusão de questões em aberto a serem resolvidas.

Isto não obscurece o fato de que o SSI e sua agenda contribuíram de inúmeras formas com os estudos da inovação. Como um nível meso específico, ele detém conexões estreitas tanto com o nível micro quanto com o nível macro. Daí sua agenda profícua em novos estudos e que se desdobram há década e meia. O SSI converteu-se em um dínamo do conhecimento, desencadeando projetos de pesquisa supranacionais e induzindo à agenda de pesquisa de um grande grupo de colaboradores em torno de alguns objetivos comuns. Ele preparou a base para o desenvolvimento de uma nova mesoeconomia. Este é o maior mérito do SSI e de seu principal proponente, Franco Malerba.

## REFERÊNCIAS

- ABERNATHY, W., UTTERBACK, J., (1975). A dynamic model of product and process innovation, **Omega**, 3:6, pp. 639-659.
- ACEMOGLU, D., ROBINSON, J., (2012). **Why nations fail: the origins of power, prosperity, and poverty**. London: Profile.
- ADAMS, P., BRUSONI, S., MALERBA, F., (2011). Knowledge, supply and demand in industrial development: a sectoral systems perspective, **Innovation and Development**, 1:2, pp. 167-185.
- ADAMS, P., FONTANA, R., MALERBA, F., (2012). User knowledge in innovation in high technologies: an empirical analysis of semiconductors, **Int. J. Technology Management**, Vol. 58, Nos. 3/4, pp.284–299.
- ADAMS, P., FONTANA, R., MALERBA, F., (2013). The magnitude of innovation by demand in a sectoral system: the case of industry users of semiconductors, **Research Policy**, 42, pp. 1 – 14.
- ALBUQUERQUE, E.M., (1996). Sistema Nacional de Inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia, **Revista de Economia Política**, vol. 16, n.3, p. 56 – 72.
- ALBUQUERQUE, E.M., (2004). Ideias Fundadoras – Apresentação, **Revista Brasileira de Inovação**, 3:1, pp. 9 – 34.
- ALBUQUERQUE, E.M., (2007). Inadequacy of technology and innovation systems at the periphery, **Cambridge Journal of Economics**, 31, p. 669 – 690.
- ANDERSEN, B., METCALFE, S., TETHER, B., (2000). Distributed Innovation Systems and Instituted Economic Progress, in S. Metcalfe, I. Miles (eds.), **Innovation Systems in the Service Economy: measurement and case study analysis**. New York: Kluwer Academic Publisher.
- BALLAND, P., BOSCHMA, R., FRENKEN, K., (2014). Proximity and Innovation: From Statics to Dynamics, **Regional Studies**, pp. 2 – 14.
- BELL, M., PAVITT, K., (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth, **Industrial and Corporate Change**, v.2, n.2, p. 157 – 211.
- BELLET, M., MASSARD, N., SOLAL, P., (2002). Innovation, Institutions, Space: Two Research Traditions in National Systems of Innovation, in M. Feldman, N. Massard (org.), **Institutions and Systems in the Geography of Innovation**. Kluwer Academic Publisher: New York, p. 117 – 144.
- BERGEK, A., JACOBSSON, S., CARLSSON, B., LINDMARK, S., (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis, **Research Policy**, 37, pp. 407–429.
- BHALLA, A., (1994). Technology Choice and Development, in Salomon, JJ., Sagasti F. e Sachs-Jeantet C. (eds.), **The Uncertain Quest - Science ,Technology and Development**, United Nations University Press, Tokyo, pp. 412-445.
- BLAUG, M., (1980) **The methodology of economics : or how economists explain**. Cambridge: Cambridge University Press, (Cambridge surveys of economic literature).

BRESCHI, S., MALERBA, F., (1997) Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics and spatial boundaries, in Edquist, C. (ed.), **Systems of Innovation: technologies, institutions and organizations**. London: Routledge.

BRESCHI, S., MALERBA, F., ORSENIGO, L., (2000). Technological regimes and schumpeterian patterns of innovation, **The Economic Journal**, 110, pp. 388 – 410.

BRESNAHAN, T., (2010). General Purpose Technologies, in Hall, B., Rosenberg, N. (eds.), **Handbook of the Economics of Innovation**. Amsterdam; Boston, MA: Elsevier.

BRYNJOLFSSON, E., McAFFE, A., (2017). O Negócio da Inteligência Artificial, **Harvard Business Review Brasil**, disponível em < <http://hbrbr.uol.com.br/o-negocio-da-inteligencia-artificial/> >, último acesso em 03/01/2018.

CANTNER, U., PYKA, A., (2001). Classifying technology policy from an evolutionary perspective, **Research Policy**, 30, pp. 759 – 775.

CAPONE, G., MALERBA, F., ORSENIGO, L., (2013). Are Switching Costs Always Effective in Creating First- Mover Advantage? The Moderating Role of Demand and Technological Regimes, **Long Range Planning**, 46, pp. 348 – 368.

CARLSSON, B., (1995). The technological system for factory automation: an international comparison, in: CARLSSON, B. (Ed.) **Technological systems and economic performance: the case factory automation**. Dordrecht: Kluwer, pp. 441 – 477

CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R., (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1:2, pp. 93 – 118.

CARLSSON, B., JACOBSSON, S., HOLMÉN, M., RICKNE, A., (2002). Innovation systems: analytical and metodological issues, **Research Policy**, 31, pp. 233 – 245.

CASPER, S., SOSKICE, D., (2004). Sectoral systems of innovation and varieties of capitalism: explaining the development of high-technology entrepreneurship in Europe, in Malerba, F. (ed.), **Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe**. New York, NY: Cambridge University Press.

CORIAT, B., WEINSTEIN, O., (2004). National institutional frameworks, institutional complementarities and sectoral system of innovation, in Malerba, F. (ed.), **Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe**. New York, NY: Cambridge University Press.

CASSIOLATO, J.E., LASTRES, H.M.M., (2005). Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política, **São Paulo em Perspectiva**, 19:1, pp. 34 – 45.

CLARK, C. (1940). **The Conditions of Economic Progress**. London: Macmillan.

COENEN, L., LOPEZ, F.J.D., (2010). Comparing systems approaches to innovation and technological change for sustainable and competitive economies: an explorative study into conceptual commonalities, differences and complementarities, **Journal of Cleaner Production**, 18, pp. 1149 – 1160.

COOKE, P., (1992). **Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe**. *Geoforum* No. 23. pp. 365 – 382.



- CORIAT, B., WEINSTEIN, O., (2004). National institutional frameworks, institutional complementarities and sectoral system of innovation, in Malerba, F. (ed.), **Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe**. New York, NY: Cambridge University Press.
- CORRADINI, C., PROPRIS, L., (2017). Beyond local search: Bridging platforms and inter-sectoral technological integration, **Research Policy**, 46, pp. 196 – 206.
- CORIAT, B., MALERBA, F., MONTOBIO, F., (2004). The international performance of european sectoral systems, in Malerba, F. (ed.), **Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe**. New York, NY: Cambridge University Press.
- DAHMEN, E., (1950). Stockholm, Industriens Utredningsinstitut, in: Irwin, R.D. (Ed.), **Svensk Industriell Företagarverksamhet** (Swedish Industrial Entrepreneurial Activity). (An English translation is available: Dahmén, E. (1970). *Entrepreneurial Activity and the Development of Swedish Industry, 1919–1939*). American Economic Association Translation Series, Homewood, IL.
- DAHMEN, E. (1989). Development Blocks in Industrial Economics, in B. Carlsson (ed.), **Industrial Dynamics**. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 109–22.
- DE NEGRI, F., SQUEFF, F., (2016). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq.
- DOPFER, K., POTTS, J., (2008). **The General Theory of Economic Evolution**. New York, USA: Routledge.
- DOSI, G., (1984). **Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry**. London: Macmillan.
- DOSI, G., MALERBA, F., (1996). Organizational Learning and Institutional Embeddedness: an introduction to the diverse evolutionary paths of modern corporations, in Dosi, G., Malerba, F. (eds.), **Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise**. Basingstoke: Macmillan.
- DOSI, G., MAZZUCATO, M., (2006). Introduction, in M. Mazzucato, G. Dosi (eds.), **Knowledge Accumulation and Industry Evolution**. Cambridge: Cambridge University Press.
- DOSI, G., NELSON, R., (1994). An introduction to evolutionary theories in economics, **Journal of Evolutionary Economics**, 4, pp. 153 – 172.
- DOSI, G., GIANETTI, R., TONINELLI, P., (1992). Theory and History of Technology and Business Firms: the microeconomics of industrial development, in Dosi, G., Gianetti, R., Toninelli, P. (eds.), **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Clarendon.
- DOSI, G., MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1994). Evolutionary regimes and industrial dynamics, in Magnusson, L. (ed.), **Evolutionary and Neo-Schumpeterian Approaches to Economics**, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- DOSI, G., MALERBA, F., MARSILI, O., ORSENIGO, L., (1997). Industrial structures and dynamics: evidence, interpretations and puzzles, **Industrial and Corporate Change**, 6:1, pp. 3 – 24.

DOSI, G., MARSILI, O., ORSENIGO, L., SALVATORE, R., (1995), Learning, market selection and the evolution of industrial structures, **Small Business Economics**, 7, pp. 411–436.

EDQUIST, C., (1997). **Systems of Innovation**: technologies, institutions and organizations. London: Routledge.

EDQUIST, C., (2011). Design of innovation policy through diagnostic analysis: identification of systemic problems (or failures), **Industrial and Corporate Change**, 20:6, pp. 1725 – 1753.

EDQUIST, C., MALERBA, F., METCALFE, S., MONTOBBIO, F., STEINMUELLER, E., (2004). Sectoral systems: implications for european innovation policy, in Malerba, F. (ed.), **Sectoral Systems of Innovation**: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe. New York, NY: Cambridge University Press.

EU RESEARCH ON SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES (2002). **Sectoral systems in Europe**: Innovation, Competitiveness & Growth (ESSY), Final Report.

FAGERBERG, J., (2003). Schumpeter and the Revival of Evolutionary Economics: an appraisal of the literature, **Journal of Evolutionary Economics**, 13, p. 125 – 159.

FOSTER, J., (2011). Evolutionary Macroeconomics: A Research Agenda, in A. Pyka and M. da Graça Derengowski Fonseca (eds.), **Catching Up, Spillovers and Innovation Networks in a Schumpeterian Perspective**. Springer-Verlag: Berlin.

FREEMAN, C., (1987). **Technology policy and economic performance**: Lessons from Japan. London: Pinter Publishers.

FREEMAN, C., (1991). Networks of innovators: A synthesis of research issues, **Research Policy**, v. 20, p. 499-514.

FREEMAN, C., (1995). The National System of Innovation in historical perspective, **Cambridge Journal of Economics**, 19, pp. 5- 24.

FREEMAN, C., (2002). Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth, **Research Policy**, v. 31, p. 191 – 211.

FREEMAN, C., (2007). **A Schumpeterian Renaissance?**, in H., Hanusch, A. Pyka (eds.), *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, pp. 130 - 147. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

FREEMAN, C., PEREZ, C., (1988). Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behavior, in Dosi *et al.* (eds), **Technical Change and Economic Theory**. London and New York: Pinter and Columbia University Press, pp. 38-66.

FREEMAN, C., SOETE, L., (2008). **A Economia da Inovação Industrial**. Campinas, SP: Editora da Unicamp.

FONTANA, R., GUERZONI, M., NUVOLARI, A., (2008). Habakkuk Revisited: A History Friendly Model of American and British Technology in the Nineteenth Century, **Jena Economic Research Papers 64**, Friedrich Schiller University e Max Planck Institute of Economics, Jena.

FONTANA, R., MALERBA, F., MARINONI, A., (2016). Knowledge intensive entrepreneurship in different sectoral systems: a taxonomy, in F. Malerba *et. al* (ed.),

**Dynamics of Knowledge-Intensive Entrepreneurship:** Business strategy and public policy. Routledge: New York, USA.

FURTADO, A., (2015). **Políticas de Inovação no Setor Elétrico Brasileiro**. Vitória: Edufes.

FURTADO, C., (1967). **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. São Paulo, SP: Abril, 1983.

GARAVAGLIA, C., MALERBA, F., ORSENIGO, L., (2006). **Entry, market structure and innovation in a history-friendly model of the evolution of the pharmaceutical industry**, in Dosi, G., e Mazzucato, M. (eds.) *Knowledge Accumulation and Industry Evolution: the case of the pharma-biotech*. Cambridge: Cambridge University Press, p.234 – 266.

GEELS, F., (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, **Research Policy**, 33, 897 – 920.

GU, S., ADEOTI, J.O., CASTRO, A.C., OROZCO, J., DÍAZ, R., (2012). The agro-food sector in catching-up countries: a comparative study of four cases, in F. Malerba, R. Nelson (eds.), **Economic development as a learning process: variation across sectoral systems**, p. 194 - 280. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

HANUSCH, H., PYKA, A., (2007). Principles of Neo-Schumpeterian Economics, **Cambridge Journal of Economics**, 31, pp. 275 – 289.

IIZUKA, M., (2013). **Innovation systems framework: still useful in the new global context?**, UNU-MERIT Working Paper Series, 2013-005.

JENSEN, M., JOHNSON, B., LORENZ, E., LUNDVALL, B.A., (2007). Forms of Knowledge and Modes of Innovation, **Research Policy**, 36, p. 680 – 693.

JOHNSON, A., JACOBSSON, S., (2003). The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch, and Swedish wind turbine industries, in S. Metcalfe and U. Cantner (eds.), **Transformation and Development: Schumpeterian Perspectives**. Heidelberg, Germany: Physica/Springer.

JUNG, M., LEE, K., (2010). Sectoral systems of innovation and productivity catch-up: determinants of the productivity gap between Korean and Japanese firms, **Industrial and Corporate Change**, 19:4, pp. 1037 – 1069.

KASTELLE, T., POTTS, J., DODGSON, M., (2012). **The Evolution of Innovation Systems**, International Schumpeter Society Conference 2012: Brisbane, Australia.

KIM, C., LEE, K., (2003). Innovation, Technological Regimes and Organizational Selection in Industry Evolution: A "History Friendly Model" of the DRAM Industry, **Industrial and Corporate Change**, 12 (6), p. 1195 – 1221.

KIM, S., VON TUNZELMANN, N., (1998). Aligning Internal and External Networks: Taiwan's Specialization in IT, **SEWPS (SPRU Electronics Working Paper Series)**, No. 17, University of Sussex.

KLEPPER, S. (1996). Entry, Exit, Growth and Innovation over the Product Life Cycle, **American Economic Review**, 86:3, pp. 562–83.

- KLEPPER, S., MALERBA, F., (2010). Demand, innovation and industrial dynamics: an introduction, **Industrial and Corporate Change**, Volume 19, Number 5, pp. 1515–1520.
- KUHN, T., (2013 [1962]). **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo, SP: Perspectiva.
- KUZNETS, S. (1930). **Secular Movements in Production and Prices**: Their Nature and their Bearing upon Cyclical Fluctuations. Boston: Houghton Mifflin.
- LABINI, P.S., (1984 [1956]). **Oligopólio e Progresso Técnico**. São Paulo, SP: Abril.
- LANDINI, F., MALERBA, F., (2017). Public policy and catching up by developing countries in global industries: a simulation model, **Cambridge Journal of Economics**, p. 1 – 34.
- LANDINI, F., MALERBA, F., MAVILIA, R., (2015). The structure and dynamics of networks of scientific collaborations in Northern Africa, **Scientometrics**, vol. 105, n. 3, p. 1787 – 1807.
- LANDINI, F., LEE, K., MALERBA, F., (2017). A history-friendly model of the successive changes in industrial leadership and the catch-up by latecomers, **Research Policy**, 46, p. 431 – 446.
- LAZONICK, W., (1994). The Integration of Theory and History: methodology and ideology in Schumpeter's economics, in Magnusson, L. (ed.), **Evolutionary and Neo-Schumpeterian Approaches to Economics**. Boston, Dordrecht, Londres: Kluwer Academic Publishers.
- LEE, K., MALERBA, F., (2017). Catch-up cycles and changes in industrial leadership: Windows of opportunity and responses of firms and countries in the evolution of sectoral systems, **Research Policy**, 46, p. 338 – 351.
- LEONTIEF, W., (1941). **The Structure of American Economy, 1919–1929**. An Empirical Application of Equilibrium Analysis. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- LEIPONEN, A., DREJER, I., (2007). What exactly are technological regimes? Intra-industry heterogeneity in the organization of innovative activities, **Research Policy**, 36, pp. 1221 – 1238.
- LIST, F., (1841 [1983]). **Sistema Nacional de Economia Política**. São Paulo, SP: Abril.
- LIU, Z., YIN, Y., LIU, W., DUNFORD, M., (2015). Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: a bibliometric analysis, **Scientometrics**, 103, pp. 135 – 158.
- LUNDVALL, B.A., (ed.) (1992). **National Systems of Innovation**: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter.
- LUNDVALL, B.A., (2007). **Post Script: innovation system research** - where it came from and where it might go, Fifth Globelics Conference.
- LUNDVALL, B.A., (2013). Innovation Studies: A Personal Interpretation of the “State of the Art”, in J. Fagerberg, B. Martin, E. Andersen (eds.), **Innovation Studies: evolution and future challenges**. Oxford: Oxford University Press.

- LUNDVALL, B.A., JOHNSON, B., ANDERSEN, E., DALUM, B., (2002). National systems of production, innovation and competence building, **Research Policy**, 31, pp. 213 – 231.
- LUNDVALL, B.A., VANG, J., JOSEPH, K.J., CHAMINADE, C., (2009). Innovation System Research and Developing Countries, in **Handbook of Innovation Systems and Developing Countries**. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- MALERBA, F., (1983). **Technological change, market structure and government policy**: the evolution of the european semiconductor industry. Tese de *Ph.D* defendida na Universidade de Yale.
- MALERBA, F., (1985a). Demand structure and technological change: the case of the semiconductor industry, **Research Policy**, 14, pp. 283 – 297.
- MALERBA, F., (1985b). **The Semiconductor Business** : the economics of rapid growth and decline. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- MALERBA, F., (1987). **Dalla Dipendenza alla Capacità Tecnologica Autonoma** – L'evoluzione dell'industria microelettronica italiana. Milano: Franco Angeli.
- MALERBA, F., (1992). Learning and incremental technical change, **The Economic Journal**, 102:413, pp. 845 – 859.
- MALERBA, F., (1993). Italy in national innovation systems: a comparative analysis, in Nelson, R. (ed.) **National Innovation Systems**: a comparative analysis, Oxford: Oxford University Press.
- MALERBA, F., (1999) Sectoral systems of innovation and production, **DRUID Conference on: National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policy**, Rebuild, June 9-12.
- MALERBA, F., (2002) Sectoral systems of innovation and production, **Research Policy**, 31, pp. 247 – 264.
- MALERBA, F., (2003) Sectoral systems and innovation and technology policy, **Revista Brasileira de Inovação**, 2:2, 329-375.
- MALERBA, F., (ed.) (2004). **Sectoral Systems of Innovation**: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe. New York, NY: Cambridge University Press.
- MALERBA, F., (2004). Sectoral system of innovation: basic concepts, in Malerba, F. (ed.), **Sectoral Systems of Innovation**: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe. New York, NY: Cambridge University Press.
- MALERBA, F., (2005) Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors, **Economics of Innovation and New Technology**, 14:1-2, pp. 63-82.
- MALERBA, F., (2006). Innovation, industrial dynamics and industry evolution: progress and the research agendas, **Revue de l'OFCE**, 97, pp. 21 – 46.
- MALERBA, F., (2009). Increase learning, break knowledge lock-ins and foster dynamic complementarities: evolutionary and system perspectives on technology policy in industrial dynamics, in Dominique Foray (ed.), **The New Economics of Technology Policy**. Edward Elgar: Cheltenham, UK.

- MALERBA, F., (2010). **Knowledge-Intensive Entrepreneurship and Innovation Systems**: evidence from Europe. Routledge: New York, USA.
- MALERBA, F., ADAMS, P., (2014). Sectoral Systems of Innovation, in Dodgson, M., Gann, D., Phillips, N., (eds.), **The Oxford Handbook of Innovation Management**. Oxford, UK: Oxford University Press.
- MALERBA, F., MANI, S. (eds.) (2009) **Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries**: actors, structure and evolution. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar.
- MALERBA, F., MANI, S., (2009). Sectoral systems of innovation and production in developing countries: an introduction, *in* F. Malerba, S. Mani (eds.), **Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries**: actors, structure and evolution. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar.
- MALERBA, F., McKELVEY, M., (2016). Conceptualizing knowledge intensive entrepreneurship: definition and model, *in* F. Malerba *et. al* (ed.), **Dynamics of Knowledge-Intensive Entrepreneurship**: Business strategy and public policy. Routledge: New York, USA.
- MALERBA, F., MONTOBIO, F., (2004). Structural change in innovative activities in four leading sectors: an interpretation of the stylized facts, **Revue Economique**, 55, pp. 1051 – 1070.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1990). Technological Regimes and Patterns of Innovation: a theoretical and empirical investigation of the Italian case, *in* Heertje, A., Perlman, M. (eds.), **Evolving technology and market structure**: studies in Schumpeterian economics, The University of Michigan Press.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1993). Technological regime and firm behaviour, **Industrial and Corporate Change**, 19:1, pp.45 – 71.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1995). Schumpeterian patterns of innovation. **Cambridge Journal of Economics**, 19, 47 – 65.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1996a). Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific, **Research Policy**, 25, pp. 451 – 478.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1996b). The Dynamics and Evolution of Industries, **Industrial and Corporate Change**, 5, pp. 51 – 87.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1997) Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities, **Industrial and Corporate Change**, 6:1, pp 83 – 117.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (1999). Technological entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data, **Research Policy**, 28, pp. 643 – 660.
- MALERBA F., ORSENIGO, L., (2000). Knowledge, innovative activities and industry evolution, **Industrial and Corporate Change**, 9:2, pp. 289 – 314.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L., (2002). Innovation and market structure in the dynamics of the pharmaceutical industry and biotechnology: towards a history friendly model, **Industrial and Corporate Change**, 11 (4), p. 667 – 703.

MALERBA, F., ORSENIGO, L., (2010). User-Producer Relations, Innovation and the Evolution of Market Structures under Alternative Contractual Regimes, **Structural Change and Economic Dynamics**, 21, p. 26 – 40.

MALERBA, F., VONORTAS, N., (2009). **Innovation Network in Industries**. Edward Elgar: Cheltenham, UK. Northampton, MA, USA.

MALERBA, F., YOON, M., (2011). Modelling the Evolution of Firm Boundaries: A History Friendly Model of the Emergence of the Fabless Ecosystem, Working paper, Milão e Seul.

MALERBA, F., MANCUSI, M. L., MONTORBIO, F., (2013). Innovation, international R&D spillovers and the sectoral heterogeneity of knowledge flows, **World Economy**, 149, pp. 697 -722.

MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S., (1999). History friendly models of industry evolution: the computer industry, **Industrial and Corporate Change**, 1, p. 3 – 41.

MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S., (2001). Competition and Industrial Policy in a History Friendly Model of the Evolution of the Computer Industry, **International Journal of Industrial Organization**, 19, p. 635 – 664.

MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S., (2007). Demand, Innovation, and the Dynamics of Market Structure: the Role of Experimental Users and Diverse Preferences, **Journal of Evolutionary Economics**, 17, p. 371 – 399.

MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S., (2008a). Vertical integration and disintegration of computer firms: a history-friendly model of the coevolution of the computer and semiconductor industries, **Industrial and Corporate Change**, v. 17, n. 2, p. 197-231.

MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S., (2008b). Public Policies and Changing Boundaries of Firms in a "History Friendly" Model of the Co-evolution of the Computer and Semiconductor industries, **Journal of Economic Behaviour and Organization**, 67, p. 355 – 380.

MALERBA, F., NELSON, R., ORSENIGO, L., WINTER, S., (2016). **Innovation and the Evolution of Industries: history-friendly models**. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

MALERBA, F., CALOGHIROU, Y., McKELVEY, M., RADOSEVIC, S., (eds.) (2016b). **Dynamics of Knowledge-Intensive Entrepreneurship**: Business strategy and public policy. Routledge: New York, USA.

MARSHALL, A., (1890) **Princípios de economia**: tratado introdutório. 3. ed. São Paulo, SP: Nova Cultural, 1988.

MARSILI, O., VERSPAGEN, B., (2002). Technology and the dynamics of industrial structures: an empirical mapping of dutch manufacturing, **Industrial and Corporate Change**, 11:4, pp. 791 – 815.

METCALFE, S., (1994). Evolutionary economics and technology policy, **The Economic Journal**, 104:425, pp. 931 – 944.

- MONTOBBIO, F., (2004). Sectoral dynamics and structural change: stylized facts and "system of innovation" approaches, *in* Malerba, F. (ed.), **Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe**. New York, NY: Cambridge University Press.
- MOWERY, D., NELSON, R., (eds.) (1999). **Sources of Industrial Leadership: studies of seven industries**. Cambridge: Cambridge University Press.
- MURMANN, J. P., (2003). **Knowledge and competitive advantage: the coevolution of firms, technology, and national institutions**. Cambridge: Cambridge University Press.
- NELSON, R., (1977). **The Moon and the ghetto**. New York: Norton.
- NELSON, R., (ed.) (1993). **National Systems of Innovation: A Comparative Study**. Oxford University Press: Oxford, UK.
- NELSON, R., (1994). The Role of Firm Difference in an Evolutionary Theory of Technical Advance, *in* Magnusson, L. (ed.), **Evolutionary and Neo-Schumpeterian Approaches to Economics**. Boston, Dordrecht, Londres: Kluwer Academic Publishers.
- NELSON, R., (1994). The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions, **Industrial and Corporate Change**, 3:1, pp. 47 – 63.
- NELSON, R., (2002). Bringing institutions into evolutionary growth theory, **Journal of Evolutionary Economics**, 12, p. 17 – 28.
- NELSON, R., SAMPAT, B. (2001). Making sense of institutions as a factor shaping economic performance, **Journal of Economic Behavior Organization**, v.44, p.31-54.
- NELSON, R., WINTER, S. (2005 [1982]). **Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica**. Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- NIOSI, J., (2010). **Building National and Regional Innovation Systems: institutions for economic development**. Edward Elgar: Cheltenham, UK. Northampton, MA, USA.
- OAKLEY, A. (1990). **Schumpeter's Theory of Capitalist Motion – a Critical Exposition and Reassessment**. Edward Elgar: Inglaterra.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), (1963). **Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development: The Measurement of Scientific and Technical Activities**, Directorate for Scientific Affairs, DAS/PD/62.47, Paris.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), (1992). **Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 1. ed., OECD: Paris.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), (2005). **Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3. ed., OECD: Paris.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), (2015). **Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development**, OECD Publishing, Paris.



- OLIVEIRA FILHO, A., (2017). **Mudanças e Permanências no Sistema Setorial de Inovação da Cana-de-Açúcar: o caso do etanol celulósico**, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- OLTRA, V., SAINT-JEAN, M., (2005). The Dynamics of Environmental Innovations: Three Stylized Trajectories of Clean Technology, **Economics of Innovation and New Technology**, 14 (3), p. 189 – 212.
- ORSENIGO, L., (1989). **The Emergence of Biotechnology**: institutions and markets in industrial innovation. London: Pinter.
- PASINETTI, L.L., (1993). **Structural economic dynamic**: A theory of the economic consequences of human learning. Cambridge University Press, Cambridge.
- PATEL, P., PAVITT, K., (1994). National Innovation Systems: why they are important, and how they might be measured and compared, **Economics of Innovation and New Technology**, 3:1, pp. 77-95.
- PAVITT, K., (1984). Sectoral patterns of technology change: towards a taxonomy and a theory, **Research Policy**, 13, pp. 343 – 373.
- PEREIRA, M.C., DEQUECH, D., (2015). A History-Friendly Model of the Internet Access Market: The Case of Brazil, in Pyka, A., Foster, J. (eds.), **The Evolution of Economic and Innovation Systems**. London: Springer.
- PEREZ, C., (2002). **Technological Revolutions and Financial Capital**: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages . Cheltenham : Elgar .
- POSSAS, M., (2008). Economia evolucionária neo-schumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica, **Estudos Avançados**, 22 (63), pp. 281 – 305.
- PRAKASH, A., HART, J., (1999). Globalization and Governance: an Introduction, in Prakash, A. & Hart, J. (Eds), **Globalization and Governance**. London: Routledge, pp1-24.
- QUINN, J., LEAVY, B., (2008). The Drivers of Industry Evolution, **Journal of Marketing Channels**, 13:1, pp. 37-62.
- RADOSEVIC, S., (2010). What makes entrepreneurship systemic?, in F. Malerba (ed.), **Knowledge-Intensive Entrepreneurship and Innovation Systems**: evidence from Europe. Routledge: New York, USA.
- SALLES-FILHO, S. (org.), (2000). **Ciência, tecnologia e inovação, a reorganização da pesquisa pública no Brasil**. Campinas: Editora Komedi.
- SAVIOTTI, P., METCALFE, S., (1991). Present development and trends in evolutionary economics, in Saviotti, P., Metcalfe, S., (ed.), **Evolutionary Theories of Economic and Technological Change**: present status and future prospects. Manchester: harwood academic publishers.
- SAXENIAN, A., (1994). **Regional Advantages**. Harvard University Press, Cambridge.
- SBICCA, A., PELAEZ, V., (2006). Sistemas de Inovação, in Pelaez, V. e Szmrecsányi, T. (eds.) **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo, SP: Hucitec.
- SCHUMPETER, J., ([1939]1982). **Business cycles**: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. New York, NY: McGraw-Hill.

- SCHUMPETER, J., ([1911]1982) **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo, SP: Abril.
- SCHUMPETER, J., ([1942]1984) **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro, RJ: Zahar.
- SILVA, A. L. G., (2010). **Concorrência sob condições oligopolísticas**: contribuição das análises centradas no grau de atomização/concentração dos mercados. 2. ed. rev. Campinas, SP: UNICAMP/IE.
- SIMON, H., (1957). A Behavioral Model of Rational Choice, *in* **Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting**. New York: Wiley.
- SOETE, L., VERSPAGEN, B., TER WEEL, B., (2010). Systems of Innovation, *in* Hall, B., Rosenberg, N. (eds.), **Handbook of the Economics of Innovation**. Amsterdam; Boston, MA: Elsevier.
- STRACHMAN, E., (2002). Instituições: uma caracterização crítica, **Economia**, vol.3, nr. 1, p. 113 – 157.
- SUZIGAN, W., LODDER, C., WERNECK, D., (eds.), (1978). **Indústria: política, instituições e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES.
- SWEDBERG, R., (1991). **Schumpeter: a Biography**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- TAPIA, J., (1995). **A Trajetória da Política de Informática Brasileira (1977-1991)**: atores, instituições e estratégias. Campinas, SP: Papirus: Editora da Unicamp.
- TEIXEIRA, A., (2013). Evolution, roots and influence of the literature on National Systems of Innovation: a bibliometric account, **Cambridge Journal of Economics**, v. 38, p. 181 – 214.
- URIONA-MALDONADO, M., SANTOS, R., VARVAKIS, G., (2012). State of the art on the Systems of Innovation research: a bibliometrics study up to 2009, **Scientometrics**, 91, pp. 977 – 996.
- UTTERBACK, J. (1994). **Mastering the Dynamics of Innovation**. Boston: Harvard Business School Press.
- VERSPAGEN, B., (2002). Evolutionary Macroeconomics: A synthesis between neo-Schumpeterian and post-Keynesian lines of thought, **The Electronic Journal of Evolutionary Modeling and Economic Dynamics**, n° 1007, <http://www.e-jemed.org/1007/index.php>.
- VON HIPPEL, E., (1988). **The Sources of Innovation**. Oxford University Press: Oxford.
- VON TUNZELMANN, N., (2003) 'Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolutions'. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 14, p. 365-384.
- VON TUNZELMANN, N., (2010). Alignment, Misalignment and Dynamics Network-Based Capabilities, *in* Dyker, D. A. (Ed.) **Network Dynamics in Emerging Regions of Europe**. London: Imperial College Press.

VONORTAS, N., (2009). Innovation networks in industry, in Malerba, F., Vonortas, N. (eds.), **Innovation Networks in Industry**. Edward Elgar: Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA.

ZIRULIA, L., (2009). The dynamics of networks and the evolution of industries: a survey of the empirical literature, in Malerba, F., Vonortas, N. (eds.), **Innovation Networks in Industry**. Edward Elgar: Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA.

WANG, Q., VON TUNZELMANN, N., (2000). Complexity and the functions of the firm: Breadth and depth, **Research Policy**, v. 29, p. 805–818.

WINDRUM, P., (2007). Neo-schumpeterian simulation models, *in* Horst Hanusch e Andreas Pyka (eds.), **Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics**. Edward Elgar: Cheltenham, UK.

WINTER, S., (1984). Schumpeterian competition in alternative technological regimes, **Journal of Economic Behavior and Organization**, 5, pp. 287 – 320.

WITT, U., (2008). What is specific about evolutionary economics?, **Journal of Evolutionary Economics**, 18, pp. 547 – 575.